

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CAPTACIÓN Y USO DEL AGUA DE LLUVIA, REPRODUCCIÓN DE
PLANTAS MEDICINALES Y SERVICIOS COMUNITARIOS
EN PURULHÁ, RABINAL, BAJA VERAPAZ**

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

POR

AVA GABRIELA CASTILLO DÍAZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

**INGENIERA AGRÓNOMA
EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA**

GUATEMALA, MAYO DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

RECTOR

Licenciado Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldermar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Perito Agro. Mirna Regina Valiente
VOCAL QUINTO	Br. Nery Boanerges Gúzman Aquino
SECRETARIO	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, mayo de 2008

Guatemala, mayo de 2008

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **“Captación y uso del agua de lluvia, reproducción de plantas medicinales y servicios comunitarios en Purulhá y Rabinal, Baja Verapaz”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ava Gabriela Castillo Díaz

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS Por darme sabiduría para guiarme en el camino correcto y la fortaleza para poder alcanzar mis sueños y metas.

MIS PADRES Ava Nury Díaz Díaz y Eduardo Enrique Castillo Rivera Q.P.D, por su esfuerzo, apoyo incondicional, sus sabios consejos para poder culminar mi carrera, este triunfo es tuyo también mamá.

MIS HERMANOS Chrystian Eduardo Castillo Díaz, Nury Anahí Castillo Díaz y Dinora del Rosario Díaz Balleneros, por su tolerancia incondicional y apoyo en todos los momentos vividos.

MIS SOBRINOS Byron Eduardo Castillo Díaz, Paula Díaz Ballesteros, Dinora Abigail Díaz Balleneros y Rene de Jesús Rodríguez Díaz, por su apoyo y cariño.

MIS AMIGOS Carolina Estrada, Glenda Morales, Chahim Huet, Deissy Chaman, Judith del Cid, Otilia Morales, Gabriela Gordillo, Candida Tacam, Barbara Porta, Irene Calderón, Milgian Cardona, Vanesa Franco, Diana Rezzio, Nadia Ramírez, Fernando Flores, Jorge Mario Matute, Marco Vinicio García, Mario Estrada, Elmer Ovando, Omar Ramírez, Omar Polanco, Edson Chiloj, Daniel Herrera, Otto Mesías, Hugo Flores, Maira, Renato, Juan Gabriel, Manolo, Ramiro, por su apoyo, confianza y gran amistad durante todos estos años, aunque la distancia nos separa, los recuerdo siempre y los llevo en mi corazón.

A mis compañeros de clase con quienes conviví muy buenos momentos durante mis años de estudio, y a todas aquellas personas que en el camino de la vida nos hemos separado, siempre los recordare con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Guillermo Méndez, por su asesoría y aportes que fortalecieron el presente documento.

MI ASESOR

Ing. Agr. Harbin Salguero, por su apoyo y colaboración en la realización del trabajo de investigación.

VECINOS MUNDIALES

Ángela Ac, Ezequiel Tot, Rosalía Asig, Williams Picón, Cruz Cun Cun, Jorge Chen, Enrique González, Yolanda Reyes, Alayna Wool, Cesar Sunun, Luís Flores, Kenay Calel, por su apoyo, compañerismo y sobre todo por su amistad. Y en especial a Larry Paúl, por darme la oportunidad de ejercer profesionalmente en la organización.

QACHUU ALOOM

Por su apoyo y colaboración, en la realización de los servicios de trabajo.

**CENTRO DE SALUD DE
PURULHÁ, B.V.**

Dr. Berta Aida Ramos, por su apoyo en la realización de los análisis de laboratorio de la investigación.

**LABORATORIO NACIONAL
DE SALUD**

Licda. Leyda de Arribillaga, Inga. Mónica Méndez, por su apoyo y colaboración en la realización de los análisis de laboratorio de la investigación. Enrique Arbizu, por su apoyo incondicional

MIS AMIGOS

Omar Ramírez, Omar Polanco, y María José Rodríguez por su apoyo, amistad y compañerismo durante el período del EPS.

EN ESPECIAL

Gabriela Gordillo, Carolina Estrada, Fernando Flores y Diana Rezzio por su apoyo y colaboración en la realización de este documento.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	IX
CAPITULO I. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA COMUNIDAD EL JUTE I, MUNICIPIO DE PURULHÁ, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 General	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 METODOLOGIA Y RECURSOS.....	4
1.3.1 Metodología.....	4
1.3.1.1 Fase de Gabinete.....	4
1.3.1.2 Fase de Campo.....	4
1.3.1.3 Fase Final de Gabinete	5
1.3.2 Recursos	5
1.4 RESULTADOS	6
1.4.1 Localización de la Comunidad	6
1.4.1.1 Ubicación Geográfica.....	6
1.4.1.2 Ubicación Político Administrativa	6
1.4.1.3 Límites.....	6
1.4.2 Características Biofísicas	6
1.4.2.1 Clima.....	6
1.4.2.2 Temperatura.....	7
1.4.2.3 Precipitación Pluvial	7
1.4.2.4 Zona De Vida	7
1.4.2.5 Fisiografía y Geología	7
1.4.2.6 Unidades Fisiográficas y Geomorfología.....	7
1.4.3 Características Socioeconómicas.....	8
1.4.3.1 Demografía	8
1.4.3.2 Educación	9
1.4.3.3 Estructura Social	10
1.4.3.4 Idiomas.....	13
1.4.3.5 Actividades Productivas	13
1.4.3.6 Infraestructura Física y Servicios	13
1.4.3.7 Salud y Sanidad Pública	15
1.4.5 PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.....	15
1.4.5.1 Síntesis Diagnóstica.....	15
1.5 CONCLUSIONES.....	17
1.6 RECOMENDACIONES	19
1.7 BIBLIOGRAFIA.....	20

1.8 ANEXOS	22
------------------	----

CAPITULO II. INVESTIGACIÓN. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE CINCO MÉTODOS PARA LA PURIFICACIÓN DE AGUA DE LLUVIA CAPTADA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS COMUNIDADES EL JUTE I Y EBEN EZER, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ..... 32

2.1 PRESENTACION	33
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	34
2.2.1 El Agua	34
2.2.2 Agua Potable	34
2.2.3 Agua de Lluvia.....	35
2.2.3.1 Cosecha de agua de lluvia.....	35
2.2.3.2 Ventajas de Colectar Agua de Lluvia	36
2.2.4 Causas de la Contaminación del Agua.....	36
2.2.5 Enfermedades Producidas por la Contaminación del Agua.....	37
2.2.6 Métodos de Purificación del Agua	38
2.2.6.1 Métodos Físicos	39
2.2.6.2 Métodos Químicos	51
2.2.7 Normas COGUANOR 29 001	53
2.2.7.1 Límite Máximo Aceptable (LMA)	53
2.2.7.2 Límite Máximo Permisible (LMP)	53
2.2.7.3 Características Físicas	53
2.2.7.4 Características Químicas	54
2.2.1.5 Características Bacteriológicas	56
2.3 MARCO REFERENCIAL	58
2.3.1 Comunidad Eben Ezer.....	58
2.3.1.1 Localización, Extensión y Acceso	58
2.3.1.2 Organización	59
2.3.1.3 Aspectos Económicos Y Productivos.....	59
2.3.2 Comunidad El Jute I	60
2.3.2.1 Ubicación	60
2.3.2.2 Límites.....	60
2.3.2.3 Población Total	60
2.3.2.4 Historia.....	61
2.3.2.5 Clima.....	61
2.3.2.6 Zonas De Vida	61
2.3.3 Síntesis de trabajos sobre pozos de captación de agua de lluvia.....	61
2.4 OBJETIVOS	64
2.4.1 General.....	64
2.4.2 Específicos	64
2.5 METODOLOGIA.....	65
2.5.1 Fase de Gabinete	65

2.5.2 Fase de Campo	65
2.5.2.1 Pozos de Captación de Agua de lluvia.....	66
2.5.2.2 Métodos de Purificación	66
2.5.2.3 Traslado de muestras al laboratorio.....	69
2.5.2.4 Registro de eficacia de los métodos de purificación	69
2.5.2.5 Relación Precio/tiempo de los métodos de purificación	70
2.5.2.6 Aceptabilidad de los métodos de purificación	70
2.5.2.7 Determinación de Ventajas y Desventajas de los métodos de purificación	71
2.5.3 Fase Final (Gabinete)	71
2.6 RESULTADOS	72
2.6.1 Resultados de Laboratorio.....	72
2.6.1.1 Análisis Bacteriológicos.....	72
2.6.1.2 Análisis Físico	74
2.6.1.3 Análisis Químico	78
2.6.1.4 Análisis de Eficacia	84
2.6.2 Resultados de Eficiencia	85
2.6.2.1 Aceptabilidad de los Métodos de Purificación.....	85
2.6.2.2 Relación Precio y tiempo de los métodos de purificación de agua	87
2.6.2.3 Ventajas y Desventajas de los cinco métodos de purificación de agua	87
2.7 CONCLUSIONES.....	91
2.8 RECOMENDACIONES	93
2.9 BIBLIOGRAFIA.....	94
2.10 ABREVIATURAS Y SIGLAS UTILIZADAS EN EL INFORME	97
2.11 ANEXOS	99
2.11.2 Resultados de Laboratorio.....	101
CAPITULO III. SERVICIOS REALIZADOS.....	110
3.1 PRESENTACIÓN	111
3.2 MARCO REFERENCIAL	112
3.2.1 Purulhá, Baja Verapaz.....	112
3.2.1.1 Localización	112
3.2.1.2 Características Socioeconómicas	112
3.2.1.3 Características Biofísicas.....	114
3.2.2 Rabinal, Baja Verapaz	115
3.2.2.1 Localización	115
3.2.2.2 Características Socioeconómicas	115
3.2.2.3 Características Biofísicas.....	116
3.3 SERVICIO 1 CONSTRUCCIÓN DE POZOS CAPTADORES DE AGUA DE LLUVIA EN COMUNIDADES DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ	117
3.3.1 OBJETIVOS.....	117

3.3.1.1 General	117
3.3.1.2 Específicos	117
3.3.2 METODOLOGÍA	118
3.3.2.1 Fase de Gabinete.....	118
3.3.2.2 Fase de Campo.....	118
3.3.3 Recursos	119
3.3.4 RESULTADOS	120
3.3.4.1 Construcción de Pozos de Captación de agua de lluvia	120
3.3.4.2 Elaboración de folletos informativos y educativos	122
3.3.4.3 Taller sobre limpieza y mantenimiento de pozos	122
3.3.5 CONCLUSIONES	125
3.3.6 RECOMENDACIONES.....	126
3.4 SERVICIO 2 ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO DE PLANTAS MEDICINALES EN RABINAL, BAJA VERAPAZ	127
3.4.1 OBJETIVOS.....	127
3.4.1.1 Generales.....	127
3.4.1.2 Específicos.....	127
3.4.2 METODOLOGÍA	128
3.4.2.1 Fase de Gabinete.....	128
3.4.2.2 Fase de Campo.....	128
3.4.2.3 Recursos.....	129
3.4.3 RESULTADOS	131
3.4.3.1 Establecimiento de un Vivero Medicinal.....	131
3.4.3.2 Elaboración de Folletos.....	132
3.4.4 CONCLUSIONES	133
3.4.5 RECOMENDACIONES.....	134
3.5 SERVICIO 3 APOYO INSTITUCIONAL A VECINOS MUNDIALES	135
3.5.1 OBJETIVOS.....	135
3.5.1.1 Generales.....	135
3.5.1.2 Específicos.....	135
3.5.2 METODOLOGÍA	136
3.5.2.1 Fase de Gabinete.....	136
3.5.2.2 Fase de Campo.....	136
3.5.3 RECURSOS	137
3.5.4 RESULTADOS	138
3.5.4.1 Atención a los estudiantes del curso de Conservación de Suelos de la FAUSAC	138
3.5.4.2 Elaboración de Mapas temáticos	139
3.5.4.3 Talleres sobre el agua.....	140
3.5.5 CONCLUSIONES	141
3.5.6 RECOMENDACIONES.....	142

3.6 SERVICIOS NO PLANIFICADOS	143
3.6.1 Elaboración de folletos sobre el agua.....	143
3.6.2 Análisis de Agua	143
3.6.3 Talleres y Capacitaciones.....	144
3.6.3.1 Taller sobre educación ambiental	144
3.6.3.2 Taller práctico sobre tres métodos de purificación de agua	145
3.6.3.3 Concurso de manualidades con material de reciclaje	146
3.6.3.4 Taller de Elaboración de Chorizos y Longanizas	147
3.6.4 CONCLUSIONES	148
3.6.5 RECOMENDACIONES.....	149
3.6.7 BIBLIOGRAFIA.....	150
3.6.8 ANEXOS.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1A	Mapa de ubicación de la comunidad El Jute I	23
Figura 1.2A	Mapa de la Comunidad El Jute	24
Figura 2.3	Sistema de captación de agua de lluvia en pozos	35
Figura 2.4	Rutas de transmisión de patógenos.....	38
Figura 2.5	Contenedor Superior	49
Figura 2.6	Cámara de desinfección	49
Figura 2.7	Unidad Electrónica	50
Figura 2.8	Cubeta U.V. sistema interno y externo	50
Figura 2.9	Comportamiento de las coliformes totales en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V	73
Figura 2.10	Comportamiento de la Escherichia coli en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.	74
Figura 2.11	Comportamiento del pH en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.....	75
Figura 2.12	Comportamiento de la conductividad eléctrica en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.....	76
Figura 2.13	Comportamiento de la turbidez en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.	77
Figura 2.14	Comportamiento del color en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.....	78
Figura 2.15	Comportamiento de los Nitritos (NO ₂) en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.	79
Figura 2.16	Comportamiento de los Nitritos (NO ₃) en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.	80
Figura 2.17	Comportamiento del Hierro Total (Fe) en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.	81
Figura 2.18	Comportamiento del calcio en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.....	82
Figura 2.19	Comportamiento del magnesio en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.	83
Figura 2.20	Comportamiento de la dureza en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.	84
Figura 2.21	Número de personas entrevistadas y sus opiniones sobre los métodos de purificación de agua	85
Figura 2.22	Porcentaje de Aceptación de los cinco métodos de Purificación de Agua	86
Figura 2.23A	Mapa de Ubicación del Municipio de Purulhá, Baja Verapaz	106
Figura 2.24A	Mapa de ubicación de las comunidades Eben Ezer, El Jute I y la fuente de agua.....	107
Figura 2.25A	Procedimiento de aplicación del sistema SODIS.....	108
Figura 2.26A	Procedimiento de aplicación de la Cubeta U.V.....	109
Figura 3.27	Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de Eben Ezer, Purulhá, B.V.	120
Figura 3.28	Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de El Jute I, Purulhá, B.V.	120

Figura 3.29	Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de El Jute II, Purulhá, B.V.	121
Figura 3.30	Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de Panimaquito, Purulhá, B.V.	121
Figura 3.31	Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de Suquinay, Purulhá, B.V.	122
Figura 3.32	Limpieza del pozo de El Jute I, Purulhá	123
Figura 3.33	Limpieza del pozo de Eben Ezer, Purulhá.....	123
Figura 3.34	Limpieza del pozo de El Jute II, Purulhá.....	124
Figura 3.35	Vivero de plantas medicinales	131
Figura 3.36	Camino con anillos de barro.....	132
Figura 3.37	Práctica de campo y Elaboración de curvas a nivel	138
Figura 3.38	Demostración de la diversidad de productos utilizando técnicas de conservación	139
Figura 3.39	Dibujos de los niños explicando qué pasaría si no hay bosque.....	145
Figura 3.40	Muñequitas de tuza y premiación a los primeros tres lugares	147
Figura 3.41A	Mapa de Ubicación Comunidades de ACDIJ.....	153
Figura 3.42A	Mapa de Ubicación Comunidades de APROCOT	154
Figura 3.43A	Mapa de Ubicación Comunidades de Q´achuu allom.....	155
Figura 3.44A	Mapa de Baja Verapaz	156

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Población por Grupos Etáreos.....	9
Cuadro 1.2	Escolaridad.....	10
Cuadro 1.3	Comisiones dentro de la Comunidad El Jute I.....	11
Cuadro 1.4	Matriz de Priorización de Problemas Detectados en la Comunidad de El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz.....	16
Cuadro 2.5	Resistencia Térmica de microorganismos.....	42
Cuadro 2.6	Dosificación de Cloro por cantidad de agua a ser tratada.....	52
Cuadro 2.7	Características físicas del agua.....	54
Cuadro 2.8	Sustancias químicas con sus correspondientes LMA y LMP.....	54
Cuadro 2.9.	Límites de Toxicidad de sustancias inorgánicas correspondientes al limite máximo permisible (LMP).....	55
Cuadro 2.10	Sustancias no deseadas.....	55
Cuadro 2.11	Sustancias orgánicas con significado para la salud.....	56
Cuadro 2.12	Boleta de Eficacia.....	70
Cuadro 2.13	Relación Precio/tiempo de los métodos de purificación.....	70
Cuadro 2.14	Análisis Comparativo de eficacia.....	84
Cuadro 2.15	Tabla de Precio y Tiempo de los métodos de purificación de agua.....	87
Cuadro 2.16A	Análisis Bacteriológico del 18 de junio del 2007.....	101
Cuadro 2.17A	Análisis Físico del 18 de junio del 2007.....	101
Cuadro 2.18A	Análisis Químico del 18 de junio del 2007.....	102
Cuadro 2.19A	Análisis Bacteriológico del 22 de agosto del 2007.....	102
Cuadro 2.20A	Análisis Físico del 22 de agosto de 2007.....	103
Cuadro 2.21A	Análisis Químico del 22 de agosto de 2007.....	103
Cuadro 2.22A	Análisis Bacteriológico del 06 de noviembre de 2007.....	104
Cuadro 2.23A	Análisis Físico del 06 de noviembre del 2007.....	104
Cuadro 2.24A	Análisis Químico del 06 de noviembre del 2007.....	105
Cuadro 3.25	Producción de los principales granos por año-unidad.....	113
Cuadro 3.26	Resultado de análisis bacteriológico.....	144

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1	FICHA DE DIAGNOSTICO RURAL PARTICIPATIVO.....	25
Anexo 2.2	Encuesta.....	100
Anexo 3.3	El Agua.....	157
Anexo 3.4	Pozos de Captación de Agua de Lluvia.....	162
Anexo 3.5	Limpieza y Mantenimiento de Pozos de Captación de Agua de Lluvia.....	169
Anexo 3.6	Metodos de Purificación de Agua.....	173
Anexo 3.7	Conozcamos las Plantas.....	181
Anexo 3.8.	Como Cosechar, Secar y Almacenar Plantas de Uso Medicinal y diferentes preparaciones de las plantas medicinales.....	191
Anexo 3.9	15 Plantas de Uso Mediana.....	196

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CAPTACIÓN Y USO DEL AGUA DE LLUVIA, REPRODUCCIÓN DE
PLANTAS MEDICINALES Y SERVICIOS COMUNITARIOS
EN PURULHÁ Y RABINAL, BAJA VERAPAZ**

RESUMEN

Vecinos Mundiales es una organización internacional de desarrollo que trabaja con comunidades remotas, marginadas y en áreas ecológicamente frágiles. Su propósito es fortalecer la capacidad de comunidades marginadas para satisfacer sus necesidades básicas para determinar y sostener un proceso de desarrollo equitativo e incluyente.

Tomando como base la estructura del programa Ejercicio Profesional Supervisado –EPSA- de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, elaboro un diagnóstico con el que se pretendió investigar y conocer aspectos sociales, culturales, históricos, económicos y agrícolas, presentes en la comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, a través de los cuales se identificaron y priorizaron a los problemas que les afectan.

Los servicios prestados a través de la organización vecinos mundiales, proyecto Polochic fueron: seguimiento de proyectos realizados en las comunidades de Purulhá y Rabinal, Baja Verapaz, la construcción de pozos de captación de agua de lluvia, el establecimiento de un vivero de plantas medicinales y apoyo institucional, este último consistió en realizar trabajos de apoyo técnico y social de manera directa o indirecta, para ejecutar de una mejor manera el componente de Manejo Comunitario de Recursos Naturales (MACRENA).

La falta de acceso al agua de buena calidad provoca un riesgo de enfermedades transmitidas tales como: diarrea, cólera, fiebre tifoidea, hepatitis A, disentería amébrica o bacteriana y otras enfermedades diarreicas. Por lo que la organización Vecinos Mundiales, solicitó una investigación en las comunidades de Eben Ezer y El Jute I, ya que estas no poseen un sistema de distribución de agua potable, por lo que los pobladores de El Jute I deben caminar a un nacimiento que se encuentra a 2 Km. de distancia; y los de la comunidad Eben Ezer, poseen un nacimiento

de agua ubicado a 1 Km. de la escuela, el cual no es suficiente para abastecerlos debido a la alta densidad poblacional, por lo que tienen que caminar 3 Km. montaña arriba al mismo nacimiento donde se abastecen los de la comunidad El Jute I; como resultado a esta problemática, se han visto en la necesidad de cosechar agua de lluvia y captarla en pozos artesanales para el consumo humano, ya que con ello ahorrar tiempo y desgaste físico por el acarreo del agua, por lo que este trabajo consideró necesario determinar un método que sea eficaz y económico para purificar el agua y contribuir a la disminución de las enfermedades gastrointestinales.

Se tomaron muestras de los pozos de captación de agua de lluvia en las comunidades de Eben Ezer y El Jute I, durante los meses de junio, agosto y noviembre del 2007. Los métodos empleados para la purificación de agua fueron: SODIS (por sus siglas en inglés, Sistema de Desinfección Solar), Rayos Ultravioleta, (cubeta U.V.), Cloro, Yodo y Ebullición. Posteriormente de haber tomado las muestras y aplicar los métodos mencionados, estas se sometieron a análisis físico, químico y bacteriológico.

El método más eficaz y práctico, para los pobladores de las comunidades Eben Ezer y El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, es el uso del cloro, debido a sus propiedades bactericidas, además no alteran significativamente las propiedades físicas y químicas del agua. Tomando en cuenta también que fue el único método que se mantuvo constante en cuanto a su poder de purificación, durante los tres muestreos. El método más económico y que consume menor tiempo en purificar un litro de agua fue la cubeta U.V. con un precio de Q.0.0003/20 seg. El método más aceptado por las mujeres de las comunidades Eben Ezer y El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, fue el ebullición del agua, debido a que es una tradición para ellas utilizarlo, ya que su madre y sus abuelas lo han aplicado por generaciones.

CAPITULO I
DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA COMUNIDAD EL JUTE I, MUNICIPIO DE PURULHÁ,
DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ

1.1 PRESENTACIÓN

“Vecinos Mundiales es una organización internacional de desarrollo que trabaja con comunidades remotas, marginadas y en áreas ecológicas frágiles. Su propósito es fortalecer la capacidad de comunidades marginadas para satisfacer sus necesidades básicas, para determinar y sostener un proceso de desarrollo equitativo e incluyente”.

Vecinos Mundiales comprende de cuatro ejes temáticos integrados, los cuales son: Producción Agropecuaria Sostenible (PAS), Fortalecimiento de Capacidades Locales (FCL), Salud Comunitaria y Reproductiva (SCR) y Manejo Comunitario de Recursos Naturales (MACRENA). Los cuales están de acuerdo con su misión de “inspirar a la gente y fortalece las comunidades para encontrar las mejores soluciones al hambre, la pobreza, las enfermedades, y promover un ambiente saludable”.

La comunidad El Jute I, se localiza a 6.6 Km. de la cabecera municipal de Purulhá, Baja Verapaz y está constituida por 22 familias, la única vía de acceso es por un camino de terracería que parte desde la iglesia El Calvario situada al nor-este de la cabecera municipal de Purulhá.

Esta comunidad no cuenta con una infraestructura mínima, como tampoco con fuentes de agua. Por lo que para obtenerla las personas de la comunidad en su mayoría mujeres y niños hacen un recorrido de dos kilómetros a pie de la comunidad al nacimiento que los abastece, lo cual lo practican diariamente.

Este diagnóstico busca investigar y conocer aspectos sociales, culturales, históricos, económicos y agrícolas presentes en la comunidad de El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, a través de los cuales se identificaron y priorizaron los problemas que la afectan, para proponer soluciones, a través de la prestación de servicios y una investigación ejecutados de febrero a noviembre de 2007. Todo esto como parte de programa de Ejercicio Profesional Supervisado –EPSA-, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala,

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Elaborar un diagnóstico de la comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, con el propósito de analizar los aspectos biofísicos y socioeconómicos e identificar los principales problemas que posee, para proponer proyectos que contribuyan a la solución de los mismos.

1.2.2 Específicos

- Conocer y analizar la situación socioeconómica productiva de la comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz.
- Describir las principales características biofísicas y la situación actual de los recursos naturales que se encuentran dentro de la comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz.
- Priorizar los problemas encontrados en la comunidad, para proponer soluciones mediante proyectos de desarrollo e investigación.

1.3 METODOLOGÍA Y RECURSOS

1.3.1 Metodología

La metodología que se utilizó para alcanzar los objetivos planteados en este diagnóstico se dividió en tres fases:

1.3.1.1 Fase de Gabinete

Esta fase consistió en definir geográfica y políticamente la comunidad El Jute I, y se recabó información cartográfica y revisión de información secundaria sobre la misma.

1.3.1.2 Fase de Campo

En esta se utilizaron cinco herramientas:

- A.** Reconocimiento inicial del área de estudio, mediante un recorrido a la comunidad El Jute I.
- B.** Entrevistas semi-estructuradas a organizaciones gubernamentales y no gubernamentales con presencia en el municipio de Purulhá, Baja Verapaz para obtener información económica y social.
- C.** Recopilación de información biofísica mediante observaciones directas y documentación fotográfica.
- D.** Un Diagnóstico Rural Participativo (ver anexo 3)
- E.** Encuesta estructurada con los líderes y lideresas comunitarios, y personas que participan activamente en la comunidad para obtener información sobre la historia, educación, tenencia de la tierra y actividades sociales.

1.3.1.3 Fase Final de Gabinete

La fase final consistió en: Tabulación de datos obtenidos en la fase de campo, mediante el análisis y procesamiento de la información para la elaboración del documento final.

El análisis de la información se realizó mediante la triangulación de la información obtenida de las encuestas, el diagnóstico rural participativo y las entrevistas y la verificación de los datos obtenidos en el campo.

1.3.2 Recursos

Para la elaboración del Diagnóstico de la comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz los recursos y fuentes de información que se utilizaron fueron son los siguientes:

- Apoyo del personal del Proyecto Polochic, de la Organización Vecinos Mundiales.
- Materiales y equipo de apoyo: Computadora, Cámara digital, GPS, Libreta de campo, Bolígrafos, hojas, fólder, encuestas y transporte.
- Revisión Bibliográfica: Diccionario Geográfico Nacional, Internet, Tesis de grado y Monografías relacionadas con el tema.
- Instituciones Gubernamentales y no gubernamentales: Municipalidad de Purulhá, Instituto Geográfico Nacional (IGN), Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología (INSIVUMEH).

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Localización de la Comunidad

1.4.1.1 Ubicación Geográfica

La comunidad de El Jute I se encuentra localizada al noroeste de la cabecera municipal, dentro del municipio de Purulhá, Baja Verapaz; se encuentra entre las coordenadas, latitud $15^{\circ}16'3.6''$, longitud. $90^{\circ}14'0.5''$. (Ver figura 1.1A)

1.4.1.2 Ubicación Político Administrativa

Según la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz (2007), la comunidad El Jute I se encuentra en la región II Norte Central (Alta y Baja Verapaz). Tiene un área total de 90.24 ha (0.901 km²) y una altura de 2151 msnm.

1.4.1.3 Límites

La comunidad El Jute I colinda al norte con la Finca Ceilán (Tamahú, A.V.); al este con El Repollal y Eben Ezer I (Purulhá, B. V); al sur con El Jute II (Purulhá, B.V.); al oeste con Eben Ezer II (Purulhá, B.V.).

1.4.2 Características Biofísicas

1.4.2.1 Clima

Según el mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala (8), basado en el sistema de clasificación de Thornthwaite, presenta un clima templado con estación fría bien definida, el área donde se localiza la comunidad posee un tipo de clima que muestra cierta correlación con la topografía el cual es Semi-seco Templado (CB').

1.4.2.2 Temperatura

Según INSIVUMEH (2007), la temperatura es uno de los parámetros determinantes que, junto con la precipitación, caracteriza el clima de una región. La temperatura mínima de la región es de 7°C y la temperatura máxima es de 24°C.

1.4.2.3 Precipitación Pluvial

Según INSIVUMEH (2007), La precipitación promedio anual es de 1067mm/año, que oscila de 935 a 1,300 mm/año.

1.4.2.4 Zona De Vida

La comunidad se ubica en la zona de vida según el Sistema de Clasificación de Holdridge y modificado por De la Cruz, como Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical (bp-MB)

1.4.2.5 Fisiografía y Geología

Según el mapa de regiones fisiográficas de la República de Guatemala (2007), la comunidad consiste principalmente en rocas del grupo Santa Rosa, rocas clásticas, carbonatos y rocas metamórficas del grupo Chuacús y algunas rocas plutónicas.

Según el mapa geológico preliminar de la República de Guatemala (2007) que presenta el área son rocas sedimentarias del periodo Pérmico con características de formación Chóchal (carbonatos).

1.4.2.6 Unidades Fisiográficas y Geomorfología

Según el mapa de regiones fisiográficas de la República de Guatemala (2007) y Simmons (1959), las unidades fisiográficas están definidas de acuerdo a la geomorfología y fisiografía del área. Los aspectos de fisiografía de la comunidad se describen de forma general a particular y se localizan dentro de la región fisiográfica Tierras Altas Sedimentarias.

1.4.3 Características Socioeconómicas

1.4.3.1 Demografía

A. Población Total

Según el INE (2002), tiene una población total de 265 habitantes según el XI Censo de Población y VI de Habitación.

B. Población Económicamente Activa

Según el INE (2002) Se considera población económicamente activa a aquellas personas de más de 15 años que ejercieron una ocupación o la buscaron activamente durante el censo de población realizado en el 2002. Presentándose dentro de la comunidad un total de PEA de 73.

C. Densidad de Población

La densidad de población de un área representa cuantos habitantes por km² hay. Dentro de la comunidad la densidad de población es de 294 habitantes por km²; este dato se debe a que la comunidad El Jute I tiene una extensión de 0.901 km² con una población total de 265 personas. El dato presentado muestra la existencia de una alta presión sobre los recursos naturales que existen dentro de la comunidad. (EPSA 2007)

D. Población por Grupos Etáreos

Los grupos etáreos son aquellos conformados por grupos de edades comprendidos en rangos. Sin embargo la mayor cantidad de habitantes se encuentran entre los 15 y 64 años de edad; siendo 125 personas representando el 47.17% de la población total, demostrando que la población de la comunidad es predominantemente de adultos.

Cuadro 1.1 Población por Grupos Etáreos

GRUPOS DE EDAD (años)			
00 - 06	07 - 14	15 - 64	65 Y MAS
69	63	125	8
26.04 %	23.77 %	47.17 %	3.02 %

(Fuente INE, 2002)

E. Población por Género

Según el XI Censo de Población y VI de Habitación, la comunidad cuenta con una población igual entre hombres (133) y mujeres (132).

1.4.3.2 Educación

La educación formal es una obligación y de alguna manera el Estado provee ésta; sin embargo en ciertas áreas la educación se ve limitada por falta de recursos, o porque el lugar donde viven es muy distante a la escuela más cercana. Y dependiendo del porcentaje de alfabetismo se puede también llegar a determinar el nivel de desarrollo que presenta el área en estudio.

A. Nivel de Alfabetismo

Según el INE (2002), el nivel de educación formal podemos observar que no todos los habitantes tienen el apoyo para poder estudiar, ya que tienen que trabajar la tierra o ayudar a las tareas domésticas, privando principalmente a las mujeres el derecho a la educación. Siendo el porcentaje de alfabetismo del 32% y el de analfabetismo el de 68% de la población.

B. Escolaridad

Según el INE (2002), dentro de la comunidad podemos observar que el nivel de escolaridad es bajo, ya que ninguno de sus habitantes posee estudios superiores y solo una persona posee estudios medios. Con estos datos podemos observar que existe bastante deserción escolar,

debido a la falta de interés de los niños o al apoyo de los padres de familia, ya que representan una mano de obra para la economía familiar.

Cuadro 1.2 Escolaridad

ESCOLARIDAD				
NINGUNO	PRE- PRIMARIA	PRIMARIA	MEDIA	SUPERIOR
131	1	64	1	0

(Fuente: INE 2002)

1.4.3.3 Estructura Social

El conocimiento de la estructura social de una comunidad es importante para planificar proyectos, las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos materiales y humanos de un grupo social.

A. Historia

Según Mauricio Choc (2007), esta comunidad se fundó en el año de 1935, cuyos primeros colonos provenían del municipio de Carchá, a los cuales se les había dicho que eran terrenos baldíos y buenos para trabajar. El primer colono le puso el nombre El Jute a la comunidad debido a que había un nacimiento en donde se encontraban jutes.

La comunidad se formó con seis familias, las cuales talaron los bosques para darle el paso a la agricultura intensiva con los cultivos de maíz, frijol, chilacayote, güicoy, y güisquil. Debido a la mala práctica de labranza los suelos se agotaron y las producciones escasearon, por lo que los pobladores comenzaron a emigrar hacia la Costa Sur y Petén en busca de trabajo.

A partir de los años 1980 hasta la fecha, varias organizaciones han dado apoyo en capacitaciones y asistencia técnica a esta comunidad, en cuanto a técnicas de conservación de suelos ya que los terrenos son muy escapados, además reciben capacitaciones de promotores, liderazgo, salud familiar, conservación y cuidado del agua y los bosques.

B. Grupo Étnico

La presentación de un solo grupo étnico, nos indica que es una región monocultural en donde solamente se encuentra el grupo Q'eqchi'.

C. Comités

Los pobladores de la comunidad de El Jute I, se han organizado socialmente en comisiones, estando estas conformadas por grupos de personas, que están interesados en mejorar la calidad de vida de la comunidad, e integrados según lo que la ley de descentralización describe como COCODES (Comité Comunitario de Desarrollo Social); por lo que se establecen dentro de el comisiones o subcomités, para velar por el cumplimiento, desarrollo y apoyo de los pobladores, nombrando por unanimidad un COCODE principal.

Cuadro 1.3 Comisiones dentro de la Comunidad El Jute I

Comité	Presidente
Comisión de Salud	Félix Ac
Comisión Promejoramiento	Mateo Pa
Comisión Escolar	Félix Ac
Comisión de Protierra	Mauricio Choc
COCODE	Mauricio Choc

(Fuente Elaboración Propia)

Cada una de estas comisiones tiene una función específica que se describe a continuación:

- a. **Comisión de Salud:** Este comité se encarga de velar por la salud de los habitantes, en el cual el presidente del mismo es un promotor de salud, quien se encarga de hacer visitas a los hogares dando asistencia médica a los niños y mujeres.
- b. **Comisión Promejoramiento:** Este comité vela por que la comunidad tenga capacitaciones, talleres, y que el entorno de la misma sea agradable para sus habitantes.
- c. **Comisión Escolar:** Vela por que los maestros de la escuela den un proceso de enseñanza-aprendizaje adecuado.

- d. **Comisión Protierra:** Este comité es el encargado de dar seguimiento a la legalización de las tierras, ya que es el principal problema debido a que las tierras no están escrituradas.
- e. **COCODE:** es el encargado de reunir a las comisiones y juntos ven las necesidades de la comunidad; luego de analizarlas, participan en la Asamblea de la Micro-región a la que pertenecen, para enviar sus peticiones al seno del COMUDE (Consejo Municipal de Desarrollo)

D. Instituciones No Gubernamentales

Son aquellas que con el financiamiento de países extranjeros trabajan para el apoyo de las comunidades, a veces conjuntamente con las municipalidades, para la realización de proyectos sociales de desarrollo. Entre las instituciones que operan dentro de la comunidad podemos encontrar:

- a. **Asociación de Desarrollo de Amigos y la Paz (ADP):** ayuda a los pobladores del área rural, en programas de agricultura y fortalecimiento de capacidades locales.
- b. **Plan Internacional:** Apadrinan niños en las escuelas para que terminen sus estudios de primaria.
- c. **Vecinos Mundiales:** da asistencia sobre el fortalecimiento de capacidades locales, capacitaciones pecuarias, capacitaciones sobre cosecha de agua de lluvia y protección de bosques y fuentes de agua.
- d. **Fundación Dolores Bedoya:** presta servicios de salud en extensión de cobertura del Ministerio de Salud Pública.
- e. **Asociación Comunitaria de Desarrollo Integral de Jedreps (ACDIJ):** Proporcionan asistencia técnica en agricultura sostenible y fondos revolventes pecuarios.

1.4.3.4 Idiomas

Los Idiomas que se hablan son, principalmente Q'echi'. Solamente los hombres y unas pocas mujeres hablan el español.

1.4.3.5 Actividades Productivas

A. Producción Agrícola

La economía de la comunidad se basa principalmente en la agricultura, principalmente con los cultivos de hortalizas, papas, peras, melocotón, ciruela, fríjol, maíz y flores.

B. Producción Pecuaria

La producción pecuaria se practica dentro de la comunidad principalmente para el consumo de las familias entre los cuales podemos encontrar, patos, gallinas, pavos y conejos. Aunque algunos venden sus animales para obtener un ingreso más para sus hogares.

C. Comercialización

La comercialización de los productos agrícolas y pecuarios (patos, conejos, gallinas, pavos), se realizan los días de mercado en el casco urbano, siendo los días jueves y domingo.

La otra forma de comercializar sus productos agrícolas es vendiéndolos a intermediarios a precios bajos en el lugar donde se producen.

1.4.3.6 Infraestructura Física y Servicios

A. Servicios de Salud

La comunidad no cuentan con puesto de salud, por lo que los pobladores tienen que ir a consulta hasta la cabecera municipal de Purulhá.

Dentro de la comunidad existe un Botiquín Comunitario administrado por el presidente de la comisión de salud, el cual provee a los pobladores de medicamentos esenciales.

B. Escuelas

Dentro de la comunidad hay una escuela de 3 aulas, la cual presta servicio a 50 niños entre los grados de Preparatoria, primero, tercero y cuarto primaria; estos grados son atendidos únicamente por una maestra, impartiendo educación bilingüe (Español-Q'eqchi').

C. Carreteras de Acceso

Para poder llegar a la comunidad se toma la carretera CA-14 hacia Cobán, luego al llegar al Km. 154 se entra a la cabecera municipal de Purulhá, toda este tramo de carretera es asfaltada. Para llegar a la comunidad se comienza el camino por la iglesia del Calvario, haciendo un recorrido de 6.6 Km., de carretera de terracería, la cual en época de invierno puede llegar a ser intransitable por vehículo.

D. Energía Eléctrica, Agua Potable y Drenaje

La comunidad no poseen ninguno de estos tres servicios; por lo que usan una fuente de agua para abastecerse en época seca que se ubica a 2 Km. de la comunidad, ubicada en una finca privada. En época de invierno recolectan el agua de lluvia, la cual usan para consumo. Actualmente algunas personas construyen pozos de captación de agua de lluvia, con el apoyo de la Organización Vecinos Mundiales.

E. Transporte

Los habitantes de la comunidad no cuentan con este servicio ordinariamente, por lo que sus pobladores se trasladan a pie usualmente. Este servicio lo tienen únicamente los días de mercado de la cabecera municipal los cuales son los jueves y domingo teniendo un costo de Q.5.00 por persona y Q.5.00 por carga.

1.4.3.7 Salud y Sanidad Pública

A. Principales Enfermedades

Las principales enfermedades que afectan a las personas de la comunidad son: infecciones respiratorias, diarrea, resfrío común, artritis, infección urinaria, anemia, neumonía, bronco neumonías, parasitismo, conjuntivitis y espasmo muscular. (Ministerio de Salud, 2006)

1.4.5 Priorización de Problemas

Tomando en cuenta la información recopilada con los líderes de la comunidad y pobladores, se hizo un análisis matricial de los principales problemas encontrados. Se priorizaron según las necesidades actuales de la comunidad.

Los principales problemas encontrados de forma priorizada son los siguientes:

1. Registro de Tierras en Catastro
2. Falta de energía eléctrica
3. Falta de Agua Potable
4. Degradación del Suelo
5. Falta de Maestros para las escuelas
6. Vías de acceso en mal estado
7. Transporte
8. Deforestación

1.4.5.1 Síntesis Diagnóstica

Con el fin de analizar y presentar de una mejor manera la situación de la comunidad de El Jute I, municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se realizó una matriz de priorización de problemas, con el cual se facilita su comprensión.

Cuadro 1.4 Matriz de Priorización de Problemas Detectados en la Comunidad de El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz

Problema	Registro de Tierras en Catastro	Falta de energía eléctrica	Falta de Agua Potable	Transporte	Vías de acceso en buen estado	Degradación del Suelo	Falta de Maestros	Deforestación
Registro de Tierras en Catastro		¹ RTC	¹ RTC	¹ RTC	¹ RTC	¹ RTC	¹ RTC	¹ RTC
Falta de energía eléctrica			² FEE	² FEE	² FEE	² FEE	² FEE	² FEE
Falta de Agua Potable				³ FAP	³ FAP	³ FAP	³ FAP	³ FAP
Transporte					⁷ T	⁴ DS	⁵ FM	⁷ T
Vías de acceso en buen estado						⁶ VABE	⁵ FM	⁶ VABE
Degradación del Suelo							⁴ DS	⁴ DS
Falta de Maestros								⁵ FM
Deforestación								

Priorización participativa de los habitantes de la comunidad)

1.5 CONCLUSIONES

- La comunidad de El Jute I está conformada por pobladores de origen Q'eqchi', teniendo como fuente principal de ingresos el cultivo de hortalizas, flores, crianza de aves y conejos. Sin embargo, a pesar de encontrarse a 6.6 Km. de la cabecera municipal de Purulhá, no posee los servicios básicos de agua, energía eléctrica, drenaje, transporte y buena educación formal.

Por no tener el servicio de agua potable los pobladores se ven obligados a acarrear agua de un nacimiento situado a dos km. y/o consumir agua de lluvia para uso doméstico y personal.

Dentro de la comunidad existen 22 familias, la cuales tienen en promedio cuatro hijos por familia. Encontramos un botiquín comunitario el cual es administrado por el presidente del Comité de Salud, el cual les proporciona los principales medicamentos a los pobladores para solucionar malestares de salud menores como diarrea, fiebre, gripe, dolor de cabeza. Sin embargo existen casos de enfermedades graves, accidentes o partos de alto riesgo, son atendidos en el Centro de Salud de Purulhá con las dificultades de transporte que esto implica.

Debido a que no existía maestro dentro de la comunidad, la población estudiantil tuvo que suspender sus estudios por un período de dos años, pero a finales del mes de marzo del presente año, el Ministerio de Educación nombró una maestra, la cual debe atender a 50 estudiantes de diferentes grados.

- La comunidad El Jute I está conformada por 265 personas del grupo Q'eqchi', de las cuales solamente el 24% de la población es alfabeta y su población predominante son los adultos (15 – 64 años), representando el 47.17% de la población total.

La comunidad está organizada en cuatro Comisiones, las cuales velan por el cumplimiento y bienestar de la comunidad. Siendo estas: **Salud**, Promejoramiento, Escolar y COCODES

- Los recursos naturales de la comunidad El Jute I van degradándose debido al avance de la frontera agrícola y la falta de técnicas de conservación de suelos, ya que son terrenos muy escarpados con pendientes mayores al 45%; solamente un pequeño grupo de pobladores practica la conservación de suelos y protección de los bosques, por lo que es necesario

implementar capacitaciones y conferencias para que conozcan las diferentes técnicas para conservar el suelo y conocer los beneficios de los bosques y la razón para conservarlos.

- La Priorización de problemas se realizó a través de un Diagnóstico Rural Participativo, en donde los principales líderes de la comunidad definieron la relevancia de los mismos, quedando de la siguiente forma y en orden de prioridad:
 - a)** Registro de Tierras en Catastro
 - b)** Falta de energía eléctrica
 - c)** Falta de Agua Potable
 - d)** Degradación del Suelo
 - e)** Falta de Maestros
 - f)** Vías de acceso
 - g)** Deforestación
 - h)** Transporte

1.6 RECOMENDACIONES

- Es necesario que el comité Promejoramiento de la comunidad El Jute I tenga capacitaciones técnicas sobre el tratamiento de aguas residuales, para que éstas no sean un foco criadero de insectos transmisores de enfermedades.
- Debido a la falta de apoyo gubernamental al mejoramiento de la educación de los niños de la comunidad, es necesario que el Comité Escolar haga reuniones con el Ministerio de Educación Nacional, para que proporcione dos maestros más, que impartan adecuadamente la educación según el grado que cursan los niños y así elevar el nivel de desarrollo de la comunidad, ya que una mejor educación le representa una mejor opción de trabajo.
- Para poder mejorar el servicio de transporte en la comunidad, se debe gestionar ante el Consejo Municipal dentro de desarrollo (COMUDE), el arreglo de la carretera, debido a que en época de invierno ésta se vuelve intransitable para vehículos.
- Debido a que durante la ejecución de EPS (Ejercicio Profesional Supervisado), las primeras dos necesidades definidas por la comunidad no se pueden apoyar, debido a que son trámites gubernamentales que los pobladores deben hacer a través de la Comisión de Promejoramiento, se determinó apoyarlos en una investigación para la obtención de un método de purificación de agua; ya que existe un alto índice de enfermedades gastrointestinales en la población producidas por ingesta de agua contaminada o mal purificada.
- Debido a que los terrenos son muy escarpados, es necesario que a los pobladores se les impartan cursos y talleres sobre las diferentes técnicas de conservación de suelo que existen, para así poder disminuir la pérdida de suelo fértil; además charlas sobre la importancia de los bosques para protección de fuentes de agua.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Ac, F. 2007. Taller de salud, comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz (entrevista). Baja Verapaz, Guatemala, Comité de Salud, Guardián.
2. Choc, M. 2007. Diagnostico rural participativo, comunidad El Jute I, Purulhá Baja Verapaz (entrevista). Baja Verapaz, Guatemala, COCODE, Presidencia.
3. Choc Cucul, M. 2007. Diagnostico rural participativo, comunidad El Jute I, Purulhá Baja Verapaz (entrevista). Baja Verapaz, Guatemala, Asociación Comunitaria de Desarrollo Integral de Jedreps.
4. Chol, A. 2007. Diagnostico rural participativo, comunidad El Jute I, Purulhá Baja Verapaz (entrevista). Baja Verapaz, Guatemala, Asociación Comunitaria de Desarrollo Integral de Jedreps.
5. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. Garoz, B. 2005. CONGCOOP: coordinación de ONG's y cooperativas. Guatemala, Magna Terra Editores. 182 p.
7. Geifus, F. 1988. Ochenta herramientas para el desarrollo participativo IICA / Holand. 2 ed. San Salvador, El Salvador, EDICSA. 208 p.
8. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Mapa de regiones fisiográficas de la república de Guatemala. Guatemala. Escala: 1:1,000,000. Color.
9. _____. 1980. Mapa de regiones fisiográficas de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color.
10. _____. 1982. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color.
11. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. Sistema estadístico nacional: características generales de población y habitación, censo 2002, XI de población y VI de habitación. Guatemala. 275 p.
12. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2007. Estaciones sinópticas (en línea). Guatemala. Consultado 21 mar 2007. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/>
13. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. (Memoria Técnica).
14. Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, GT. 2007. Censo poblacional. Purulhá, Alta Verapaz, Guatemala, Municipalidad de Purulhá, Unidad Planificadora.

15. Paul, A. 2007. Diagnostico rural participativo, comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz (entrevista). Comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala.
16. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 997 p.

1.8 ANEXOS

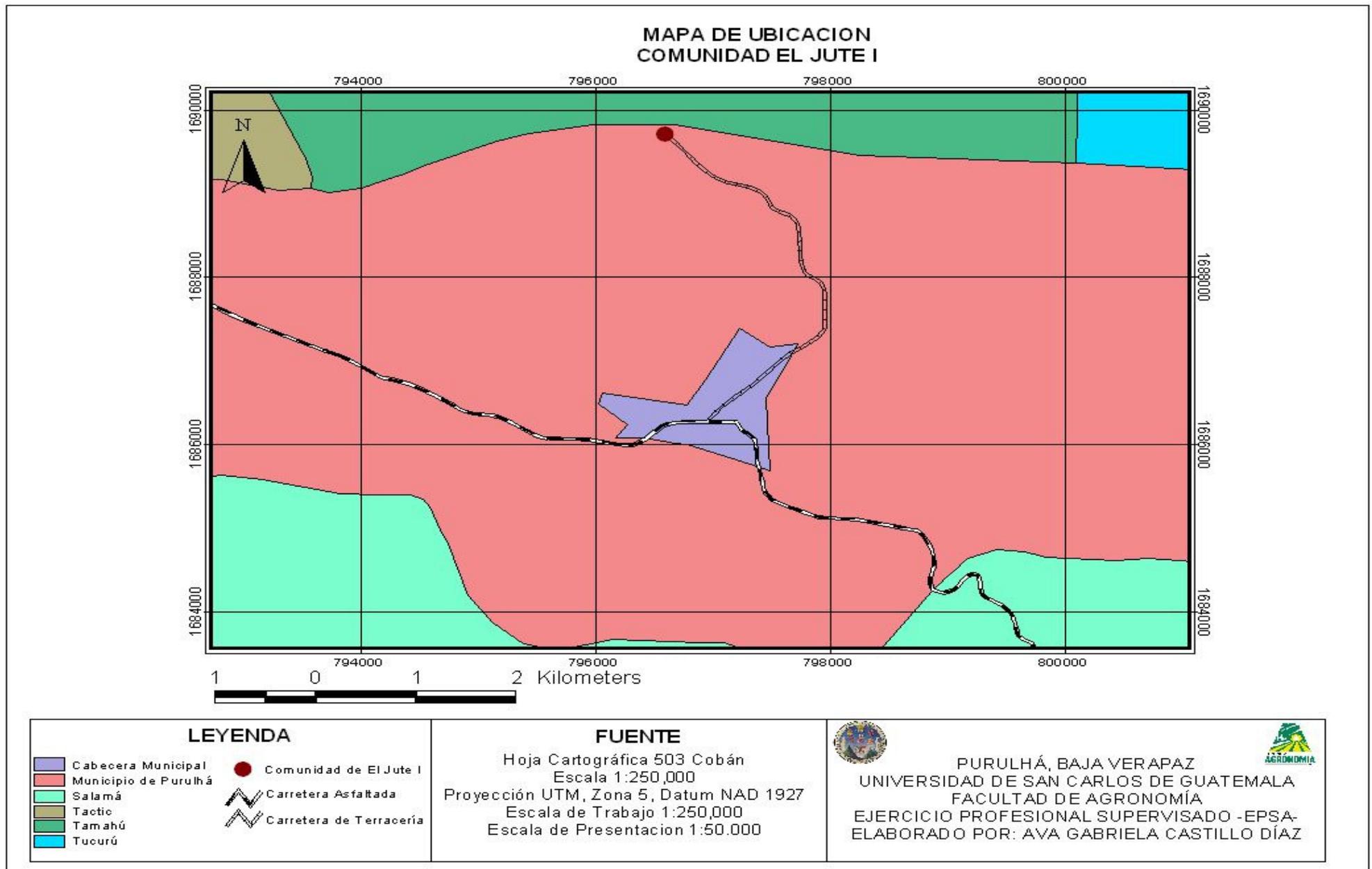


Figura 1.1A Mapa de ubicación de la comunidad El Jute I

Anexo 1.1

FICHA DE DIAGNOSTICO RURAL PARTICIPATIVO

I. DATOS GENERALES DE LA COMUNIDAD

OBJETIVO: conocer las características poblacionales, sociales y económicas de la comunidad.

TECNICAS: entrevistas con lideres, lideresas, representantes de la niñez, representantes de las instituciones publicas y privadas y/o consultar fuentes estadísticas.

I.1. Nombre de la Comunidad: _____ Categoría: _____ Municipio: _____ Departamento: _____ I.2. Distancia a la cabecera municipal: _____ Km.

II. VÍAS DE ACCESO A LA COMUNIDAD

OBJETIVO: Conocer las características geográficas de la comunidad y la incidencia en el acceso a recursos y servicios (capital físico).

TECNICAS: Observación, entrevistas con lideres, lideresas y representantes de la comunidad.

II.1 En el siguiente cuadro identifique cuáles son los accesos, las condiciones y la distancia de las principales rutas a la comunidad.

Principales rutas de acceso a la comunidad de ...	Tipo de camino (asfalto, terracería, vereda)	Distancia en Km.	Recorrido en hora tiempo seco			Estado de las vías de acceso							
			A pie	En vehículo	En Bestia	invierno			verano				
						B	R	M	B	R	M		
1													
2													
3													

B = Bueno; R = Regular; M = Malo

II.2. Tipo de transporte utilizado para llegar a la comunidad

Tipo de transporte	SI	NO	Observaciones
Camioneta			
Pick-up			
Bestia			
Motocicleta			
Bicicleta			
A pie			

IV.2. Indique los nombres de los miembros de la(s) organización(es), si fuera necesario utilizar hojas adjuntas.

No,	Cargo	Nombre	Organización

V. INFRAESTRUCTURA EXISTE EN LA COMUNIDAD

OBJETIVO: Determinar la existencia y las condiciones físicas de los servicios de la comunidad.

TECNICAS: Entrevistas, conversaciones con lideres, lideresas, representantes de la niñez en la comunidad y/o con representantes de otras instituciones.

V.1. marque con una X si existe infraestructura de servicios y la calidad de los mismos.

Infraestructura	Si	No	B	R	M	Infraestructura	Si	No	B	R	M
Letrinas						Mercado o plaza					
						Clínica comunal de salud					
						Puesto de salud					
Drenajes sanitarios						Centro de salud					
						Farmacia					
Agua domiciliar						Salón de usos múltiples					
						Casa de cultura					
Pila pública						Centro de acopio					
						Iglesia					
Llena cantaros						Campo de fútbol					
						Campo de básquetbol					
Energía eléctrica						Parque					
						Hospedaje					
Correos						Comedores					
						Academias					
Teléfono						Fabricas					
						Rastro					
Telégrafo						Mini riego					
						Carretera					

B = bueno; R = regular; M = malo

¿La comunidad cuenta con teléfono comunitario? Si: _____ No: _____

V.2. Servicios existentes en la comunidad.

SERVICIOS	
¿De donde se abastece de agua la comunidad?	Pozo _____ Manantial _____ Río: _____
¿Existe en la comunidad por lo menos un manantial?	Si _____ No _____ ¿Cuántos? _____
¿Dónde y a que distancia se encuentre el manantial?	_____
¿Cuántas viviendas tienen instalada agua domiciliar?	_____
¿Cloran el agua para consumo humano?	Si _____ No _____ Otro _____
¿Existe un comité que administra el suministro de agua?	Si _____ No _____
¿Desde cuanto funciona?	_____
¿Cuántas viviendas cuentan con letrinas?	_____
¿Cuántas viviendas cuentan con drenaje?	_____
¿Cuántas viviendas cuentan con energía eléctrica?	_____
¿Existe basurero general?	_____
¿Realmente la comunidad lo utiliza?	_____

VI. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA SALUD

OBJETIVO: determinar la existencia, utilización y calidad de los servicio de salud en la comunidad.

TECNICAS: Entrevistas, conversaciones con comadronas, promotores de salud, lideres, lideresas, representantes de la niñez en la comunidad y/o con representantes de otras instituciones.

VI.1. ¿Con qué tipo de infraestructura cuenta la comunidad?

Infraestructura	Si	No
Centro de salud		
Puesto de salud		

VI.2. Si no cuenta con este servicios, ¿a qué distancia se encuentra el centro o puesto de salud más cercano?

Lugar	Distancia en km.	Tiempo para llegar	
		A pie	En vehículo

VI.3. Indique si existe recurso humano para la atención de la salud

Personal	Cuantos	Habla el idioma de la comunidad		Personal	Cuantos	Habla el idioma de la comunidad	
		Si	No			Si	No
Comadrona tradicional				EPS Medicina			
Comadrona capacitada				EPS Odontología			
Enfermera				Técnico en Malaria			
Médico permanente				Auxiliar de enfermería			
Técnico en salud				Técnico en laboratorio			
Promotor de salud				Persona que ejerce la medicina tradicional			

VII. ASPECTOS EDUCATIVOS

OBJETIVO: Identificar la existencia y la eficiencia de los servicios de educativos de la comunidad así como todos aquellos aspectos relacionados con la juventud y la niñez.

TECNICAS: Entrevistas, conversaciones con maestros, supervisores, padres de familia, lideres, lideresas, representantes de la niñez en la comunidad y/o con representantes de otras instituciones.

VII.1. ¿La comunidad cuenta con escuela? Si _____ No _____

VII.2. Si la comunidad cuenta con escuela, proporcione la siguiente información:

PRERRIMARIA						PRIMARIA					
No. de alumnos			No. de maestros por aula			No. de alumnos			No. de maestros por aula		
H	M	total	No. de maestros	No. de aulas	Cuantos grados atiende	H	M	total	No. de maestros	No. de aulas	Cuantos grados atiende

VII.3. ¿Los maestros viven en la comunidad? Si _____ No _____

VII.4. ¿Existen vivienda para los maestros? Si _____ No _____

VII.5. ¿Cuántos días a la semana dan clase los maestros? _____

VII.6. ¿Cuántos horas al día dan clases los maestros? _____

VIII.3. Producción pecuaria en la comunidad.

Crianza/engorde	Si	No	Total	Destino		
				Autoconsumo	Venta	Mercado principal (Aldea, comunidad, pueblo, etc.)
Vacuno						
Ovino						
Caprino						
Porcino						
Aves						
Conejos						
De carga						

VIII.4. Días de Mercado en la comunidad _____

Días de Mercado más cercano que utiliza _____

VIII.5. Indique las principales actividades económicas de la comunidad.

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE CINCO MÉTODOS PARA LA PURIFICACIÓN DE AGUA DE LLUVIA CAPTADA PARA CONSUMO HUMANO EN LAS COMUNIDADES EL JUTE I Y EBEN EZER, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ

PRELIMINAR EVALUATION OF FIVE METHODS FOR RAIN WATER PURIFICATION CAPTURE FOR HUMAN CONSUME IN TO COMMUNITIES EL JUTE I AND EBEN EZER, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ

2.1 PRESENTACIÓN

El agua es un recurso renovable y sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no es útil, sino nociva, o de calidad deficiente para la salud. La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha permitido evidenciar que entre los factores o agentes que causan la contaminación de ella se encuentran: los agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radioactivas y el calor.

La falta de acceso al agua de buena calidad provoca un riesgo de enfermedades transmitidas tales como: diarrea, cólera, fiebre tifoidea, hepatitis A, disentería amébrica o bacteriana y otras enfermedades diarreicas.

En las comunidades de Eben Ezer y El Jute I no poseen un sistema de distribución de agua potable, por lo que los pobladores de El Jute I deben caminar a un nacimiento que se encuentra a 2 Km. de distancia; y los de la comunidad Eben Ezer, poseen un nacimiento de agua ubicado a 1 Km. de la escuela, el cual no es suficiente para abastecerlos debido a la alta densidad poblacional, por lo que tienen que caminar 3 Km. montaña arriba al mismo nacimiento donde se abastecen los de la comunidad El Jute I; como resultado a esta problemática, se han visto en la necesidad de cosechar agua de lluvia y captarla en pozos artesanales para el consumo humano, ya que con ello ahorrar tiempo y desgaste físico por el acarreo del agua, por lo que este trabajo consideró necesario determinar un método que sea eficaz y económico para purificar el agua y contribuir a la disminución de las enfermedades gastrointestinales.

Debido a que estas comunidades no poseen el servicio de agua potable; pero se localizan según el Sistema de Clasificación de Holdridge y modificado por De la Cruz , dentro de la zona de vida Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical (bp-MB), con una precipitación promedio anual es de 1067mm/año, por lo que los pobladores utilizan pozos artesanales de captación de agua de lluvia, se consideró necesario determinar un método que sea fácil, práctico y económico para que ellos puedan tener agua con características deseables e higiénicas para el uso en sus hogares.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 El Agua

El agua, es el líquido más abundante en la Tierra, es el recurso natural más importante y es la base de toda forma de vida. En la naturaleza no es usual encontrar agua pura en forma natural, aunque a nivel de laboratorio puede llegar a obtenerse o separarse en sus elementos constituyentes, que son el hidrógeno (H) y el oxígeno (O). Cada molécula de agua está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, unidos fuertemente en la forma H-O-H. El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido. (Excel Water Technologies Inc. 2002)

A la presión atmosférica normal (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es a los 0 °C y su punto de ebullición, a los 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C y se expande al congelarse. Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura. El agua es uno de los agentes ionizantes más conocidos. (Excel Water Technologies Inc. 2002)

Puesto que todas las sustancias son de alguna manera soluble en agua, se le conoce frecuentemente como el solvente universal. El agua se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes. (Excel Water Technologies Inc. 2002)

2.2.2 Agua Potable

Se le denomina agua potable, al agua que se encuentra libre de sustancias y microorganismos que puedan afectar la salud humana (impurezas no solubles al agua). Específicamente, los requerimientos de potabilidad del agua, que pueden variar dependiendo de múltiples factores, que son los siguientes: (Centro virtual de información del agua S.f.)

- Que posea menos de 10 bacterias intestinales por litro.
- Que no contenga impurezas químicas.
- Que no presente sabor, olor ni color o turbiedad objetables.
- Que no provenga de manantiales sujetos a contaminación por aguas negras.

La calidad del agua se determina en base de las características de las aguas, que pueden ser modificadas por el acceso de materiales extraños, ya sea por acción de la naturaleza o por medio de la actividad humana. Los parámetros determinantes de la calidad de agua son: propiedades físicas, características físicas, químicas y biológicas. (Benson Institute 2004)

2.2.3 Agua de Lluvia

La lluvia es un fenómeno atmosférico consistente en una precipitación acuosa en forma de gotas líquidas, cuyo diámetro se halla generalmente comprendido entre 0,5 y 7 mm, y que caen a una velocidad del orden de los 3 m/s. La formación de la lluvia a partir del vapor de agua contenido en la atmósfera se inicia con una fase de saturación, en la que el aire húmedo se enfría hasta la temperatura del punto de rocío.

En presencia de núcleos de condensación, el aire saturado precipita el vapor de agua en forma de gotitas de pequeño tamaño (fase de condensación). La existencia de corrientes ascendentes provoca la formación de cristales de hielo en la parte superior de las nubes, los cuales, al caer, sirven de núcleo de condensación a la vez que se licuan, formando de este modo las gotas de lluvia que se precipitan (fase de precipitación).

2.2.3.1 Cosecha de agua de lluvia

La cosecha de aguas pluviales (o de lluvia) es el arte de desviar o capturar la precipitación (aguas de lluvia o nieve derretida) para usarse en la vida diaria. Cosechar agua es una práctica muy popular en climas áridos, aunque la idea no es nueva. Los antiguos indígenas de Nuevo México entendían el gran valor del agua en el desierto y cosechaban agua para beber y cocinar. (Water use and conservation Bureau. s.f.)

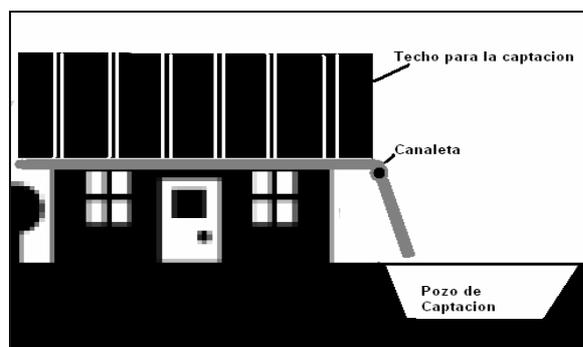


Figura 2.3 Sistema de captación de agua de lluvia en pozos (Fuente propia)

Como se observa en la figura 1, la cosecha de agua se realiza por medio de los techos de lámina de las casas, que facilitan el escurrimiento de la misma, y a través de canaletas se conduce hacia el pozo artesanal, para su posterior almacenamiento y tenerla disponible en época de verano.

Estos pozos captadores son contruidos al nivel del suelo en terrenos firmes, es decir que no se deben rellenar con tierra en la parte inferior, ya que esto provocaría que las paredes se rajen y que el agua se filtre y no se almacene; también las paredes deben contar con una malla metálica para darle resistencia, éstas se repellan con una mezcla de cemento y arena de río para crear una capa impermeable. Estos generalmente se construyen cerca de las casas para aprovechar el agua que viene de los techos.

2.2.3.2 Ventajas de Colectar Agua de Lluvia

- La cosecha de agua de lluvia ahorra agua potable. Cada galón de agua de lluvia que se usa para regar el jardín reducirá la cantidad usada de agua potable municipal o de noria.
- El agua de lluvia es gratis. Nunca recibirá una cuenta municipal por el agua de lluvia que se cosecha.
- Cosechar agua de lluvia ahorra energía. El agua del sistema municipal centralizado tiene que ser sacada por una extensa red de servicio antes de llegar a la casa y esto requiere una gran cantidad de energía.
- El agua de lluvia contiene menos sales y minerales y las plantas la aprovechan con mucho beneficio.
- La cosecha de agua de lluvia puede reducir inundaciones y erosión al reducir o eliminar la corriente del agua suelta.

2.2.4 Causas de la Contaminación del Agua

Se le llama agua contaminada a la que se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. (Excel Water Technologies Inc. 2002)

Los principales contaminantes del agua son:

- A.** Agentes patógenos: bacterias, virus, protozoarios y parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.
- B.** Desechos que requieren oxígeno: los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
- C.** Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo) que envenenan el agua.
- D.** Los nutrientes vegetales: son los que pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- E.** Sustancias químicas orgánicas: tales como el petróleo, plásticos, plaguicidas y detergentes que amenazan la vida.
- F.** Sedimentos o materia suspendida: son partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- G.** Sustancias radioactivas: que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- H.** Calor: ingresos de agua caliente, lo que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

2.2.5 Enfermedades Producidas por la Contaminación del Agua

De las 37 enfermedades más comunes entre la población de América Latina, 21 están relacionadas con la falta de agua y con agua contaminada. En todo el mundo estas enfermedades representan 25 millones de muertes anuales.

Las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua. Las enfermedades transmitidas por medio de aguas contaminadas, insectos y bacterias son: cólera, tifoidea y paratifoidea, disentería bacilar y amebiana, diarrea, hepatitis infecciosa, parasitismo, filariasis, malaria, tripanosomiasis, oncocercosis, schistosomiasis, tracoma, conjuntivitis y ascariasis; entre otras. (Excel Water Technologies Inc. 2002)

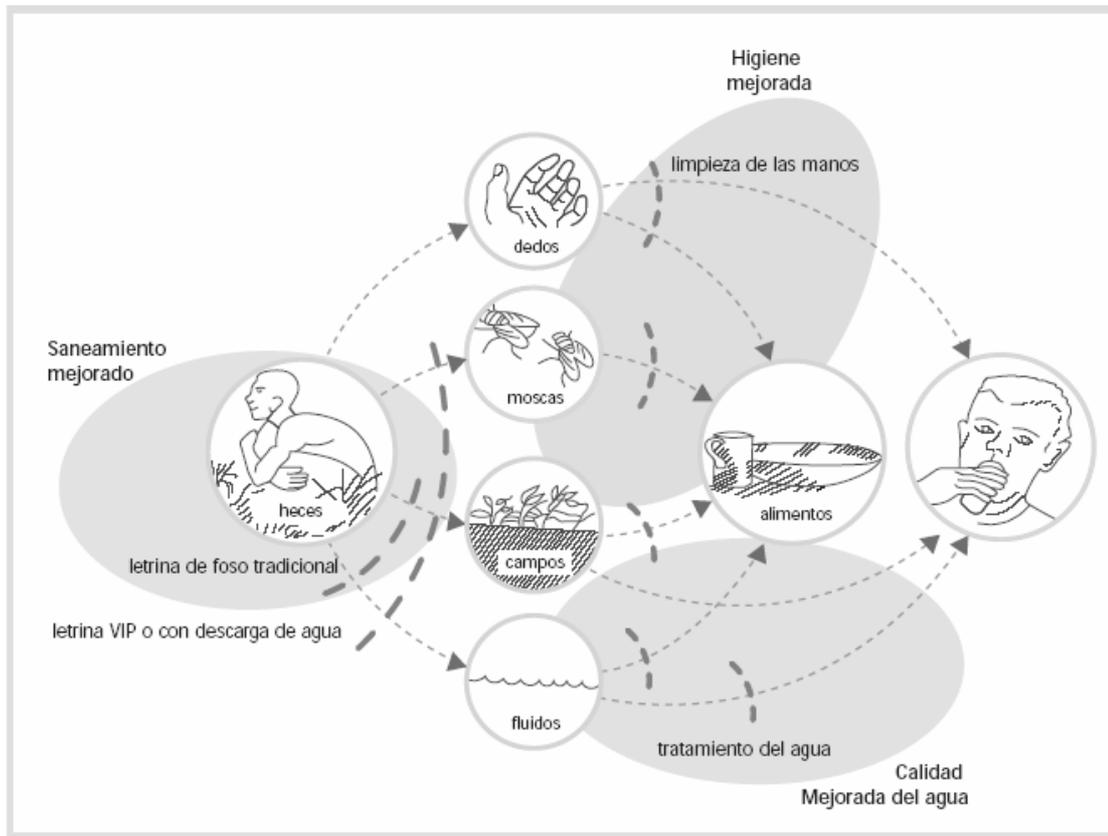


Figura 2.4 Rutas de transmisión de patógenos (Fuente Meierhofer R. 2003)

2.2.6 Métodos de Purificación del Agua

El fin de purificar el agua es matar a los gérmenes y parásitos. Esta purificación puede hacerse de varias maneras. En algunas partes del mundo el agua se purifica en lugares específicos de la ciudad, antes de enviarse por medio de las tuberías a los hogares. En estos lugares, la gente no tiene que preocuparse de purificar el agua que utiliza. (Benson Institute 2004)

La purificación se logra mediante desinfectantes químicos y/o físicos. Estos agentes también extraen contaminantes orgánicos del agua, que sirven de nutrientes o cobijo para los microorganismos. Los desinfectantes no solo deben matar a los microorganismos sino que deben además tener un efecto residual, que significa que se mantienen como agentes activos en el agua después de la desinfección para prevenir el crecimiento de los microorganismos provocando la recontaminación del agua. (Lennethc 2007)

2.2.6.1 Métodos Físicos

A. Método SODIS (Solar Disinfection System)

La investigación sobre la desinfección solar del agua la inició el profesor Aftim Acra de la American University of Beirut. El trabajo de Acra motivó a la Asociación de Sistemas Integrales de Energía Rural (INRESA) a lanzar un proyecto ramificado en 1985. En 1988, The Brace Research Institute of Montreal organizó un taller para revisar los resultados de esta investigación de campo. En 1991, un equipo interdisciplinario compuesto por ingenieros sanitarios, fotoquímicos, bacteriólogos y virólogos de EAWAG/SANDEC iniciaron exhaustivas pruebas de laboratorio y de campo para evaluar el potencial de SODIS y desarrollar así un método de tratamiento de agua eficaz, sostenible y de bajo costo. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

El método SODIS usa la energía solar para destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades transmitidas por el agua y de esa manera mejorar la calidad del agua utilizada para el consumo humano. Los microorganismos patógenos son vulnerables a dos efectos de la luz solar: la radiación en el espectro de luz UV-A (longitud de onda 320-400nm) y el calor (incremento en la temperatura del agua). Se produce una sinergia entre estos dos efectos, ya que el efecto combinado de ambos es mucho mayor que la suma de cada uno de ellos independientemente. Esto implica que la mortalidad de los microorganismos se incrementa cuando están expuestos a la temperatura elevada y a la luz UV-A simultáneamente. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Este método es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua con baja turbiedad. Siendo el procedimiento el siguiente: Se llenan botellas de plástico transparente con el agua contaminada, posteriormente se exponen a la luz solar durante seis horas. La exposición al sol destruye los patógenos. Cuando la nubosidad es mayor de 50%, es necesario exponer las botellas de plástico durante 2 días consecutivos para obtener agua segura para el consumo humano. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

"Es tan simple y evidente que muchas personas no quieren creernos, hasta que experimentan ellos mismos", solía comentar el profesor Acra. En efecto, la publicación de sus investigaciones levantó una ola de debates en el mundo de los hombres de ciencia. (Águila Rubin. M. 2005)

Y en medio de esa avalancha de opiniones en pro y en contra, el EAWAG decidió efectuar sus propios estudios para determinar la validez de un sistema que ofrecía una respuesta accesible a millones de seres humanos cuya precariedad les escatima incluso el derecho a un agua potable. (Águila Rubín. M. 2005)

A1. Ventajas del método SODIS

- Mejora la calidad microbiológica del agua para consumo humano.
- Mejora la salud de la familia.
- Puede servir como un punto de entrada para la educación en salud e higiene. Los sistemas públicos de abastecimiento de agua en los países en desarrollo frecuentemente no garantizan el suministro de agua segura para el consumo humano.
- Brinda a los usuarios individuales un método simple que se puede aplicar a nivel del hogar bajo su propio control y responsabilidad.
- Es fácil de entender.
- Está al alcance de todos, pues los únicos recursos necesarios son la luz solar, que es gratis, y botellas de plástico.
- No requiere de gran infraestructura costosa, por lo que es fácilmente replicable en proyectos de autoayuda
- Reduce la necesidad de fuentes tradicionales de energía, como la leña, el kerosén y el gas. En consecuencia, el uso de SODIS reduce tanto la deforestación, un problema ambiental importante en la mayoría de los países en desarrollo, como la contaminación del aire creada por la combustión de fuentes convencionales de energía.
- Las mujeres y los niños con frecuencia dedican gran parte de su tiempo y energía en recoger leña y reduce esta carga, pues es necesario obtener menos leña.
- Ventajas financieras: Es posible reducir los gastos familiares, al mejorar la salud de sus integrantes, ya que se requieren menos recursos financieros para la atención médica. Además, se reducen los gastos en fuentes tradicionales de energía, como gas, kerosén y leña. Sólo se requieren recursos limitados para la adquisición de botellas plásticas transparentes; por lo tanto, incluso los más pobres pueden tener acceso a SODIS.

A2. Limitaciones del Método SODIS

- Requiere suficiente radiación solar; por lo tanto, depende de las condiciones climáticas.
- Requiere que el agua no esté turbia.
- No cambia la calidad química del agua.
- No es útil para tratar grandes volúmenes de agua.

A3. Efecto de la radiación UV-A y de la temperatura

SODIS usa dos componentes de la luz solar para la desinfección del agua: El primero, la radiación UV-A, tiene efecto germicida y el segundo componente, la radiación infrarroja, eleva la temperatura del agua y genera el efecto de pasteurización cuando la temperatura llega a 70-75°C. El uso combinado de la radiación UV-A y del calor produce un efecto de sinergia que incrementa la eficacia del proceso. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

A4. Efectos de la radiación UV

La radiación solar puede dividirse en tres rangos de longitud de onda: radiación UV, luz visible y radiación infrarroja. El ojo humano no puede percibir la radiación UV que tiene un rango de radiación muy agresiva que puede causar daños severos a la piel y los ojos y puede destruir las células vivas. Afortunadamente, la mayoría de la luz UV-C y UV-B en el rango de 200 a 320 nm es absorbida por la capa de ozono (O₃) en la atmósfera que protege a la tierra de un gran porcentaje de la radiación solar proveniente del espacio. Sólo una fracción de la radiación UV-A, con un rango de longitud de onda más alto, 320 a 400 nm, cercano a la luz violeta visible, llega a la superficie de la tierra. La luz UV-A tiene un efecto letal en los patógenos presentes en el agua que afectan a los humanos. Estos patógenos no se adaptan bien a las condiciones ambientales agresivas, pues sus condiciones de vida específicas son las del tracto gastrointestinal humano. Por lo tanto, son más sensibles a la luz solar que los organismos que abundan en el ambiente. La radiación UV-A interactúa directamente con el ADN, los ácidos nucleicos y las enzimas de las células vivas, cambia la estructura molecular y puede producir la muerte de la célula. La radiación UV también reacciona con el oxígeno disuelto en el agua y produce formas altamente reactivas de oxígenos (radicales libres de oxígeno y peróxidos de hidrógeno). Estas moléculas también

interfieren con las estructuras celulares y matan a los patógenos. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

A5. Efectos de la temperatura (radiación infrarroja)

Otro aspecto de la luz solar es la radiación de onda larga, denominada infrarroja. Esta radiación tampoco la puede ver el ojo humano, pero podemos sentir el calor producido por la luz con una longitud de onda superior a 700 nm. La radiación infrarroja absorbida por el agua es responsable de su calentamiento. Los microorganismos son sensibles al calor. El cuadro 1 presenta la temperatura y el tiempo de exposición necesarios para eliminar microorganismos. Puede verse que el agua no tiene que hervir para matar el 99.9% de los microorganismos y el calentamiento del agua a 50-60°C durante una hora tiene el mismo efecto. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Cuadro 2.5 Resistencia Térmica de microorganismos

Microorganismos	Temperatura para una desinfección al 100%		
	1 min.	6 min.	60 min.
Enterovirus			62°C
Rotavirus			63°C por 30 min.
Coliformes fecales			
Salmonella		62°C	58°C
Shigella		61°C	54°C
Quistes de entamoeba histolytica	57°C	54°C	50°C
Quistes de giardia	57°C	54°C	50°C
Huevos y larvas de gusano ganchudo		62°C	51°C
Huevos de áscaris	68°C	62°C	57°C
Huevos de esquistosoma	60°C	55°C	50°C
Huevos de tenia	65°C	57°C	51°C

(Fuente Meierhofer R 2003)

A6. Efecto en los patógenos

Los patógenos que afectan a los humanos se adaptan a vivir en los intestinos de las personas, donde encuentran un ambiente húmedo y oscuro, y temperaturas que oscilan entre los 36°C y los 37°C. Una vez descargados en el medio ambiente, estos patógenos son muy sensibles a las condiciones fuera del cuerpo humano. No pueden tolerar temperaturas elevadas y no tienen

ningún mecanismo de protección contra la radiación UV. Por lo tanto, es posible usar la temperatura y la radiación UV para inactivar a estos patógenos. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Las investigaciones han demostrado que SODIS destruye las bacterias y los virus patógenos. Se ha documentado la inactivación de los siguientes microorganismos: (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

- a. **Bacterias:** *Escherichia coli* (E.coli), *Vibrio cholerae*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhii*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella paratyphi*.
- b. **Virus:** Bacteriófagos f2, Rotavirus, Virus de la Encefalomiocarditis.
- c. **Levaduras y mohos:** *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Candida*, *Geotrichum*.

Sin embargo, todavía no se ha evaluado sistemáticamente la inactivación de organismos que forman quistes y esporas como protozoarios, *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium parvum* y *helmintos*, mediante la desinfección solar del agua. Es posible destruir estos organismos usando la temperatura (hirviendo o pasteurizando el agua). Todos los microorganismos tienen una sensibilidad específica al calor. El punto de muerte térmica de los quistes de amebas y *Giardia* es 57°C (durante 1 minuto de exposición). SODIS destruirá eficazmente estos patógenos si el agua en las botellas expuestas a la luz solar alcanza la temperatura de 57°C durante 1 minuto o si el agua contaminada mantiene una temperatura de 50°C durante 1 hora. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

La mayoría de patógenos que ataca a los humanos es muy frágil; fuera del cuerpo humano no puede multiplicarse y muere. Una de las pocas excepciones la constituye la *Salmonella*, la cual, sin embargo, requiere condiciones ambientales favorables (como un suministro adecuado de nutrientes) para sobrevivir. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Es importante señalar que SODIS no produce agua estéril. Organismos, diferentes a los patógenos que afectan a los humanos, por ejemplo las algas, se adaptan bien a las condiciones ambientales dentro las botellas de SODIS y pueden incluso desarrollarse allí; sin embargo, estos organismos no representan un peligro para la salud humana. En la medida que SODIS no produce agua estéril, es necesario usar parámetros adecuados para evaluar su eficacia. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

A7. El factor clima

La eficacia de SODIS depende de la cantidad de luz solar disponible; sin embargo, la radiación solar se distribuye de manera irregular y su intensidad varía de una ubicación geográfica a otra, dependiendo de la latitud, la estación y la hora del día. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

A8. Variación geográfica de la radiación solar

Las regiones más favorables para aplicar SODIS se ubican entre las latitudes 15°N y 35°N (así como 15°S y 35°S). Estas regiones semiáridas se caracterizan por la mayor cantidad de radiación solar. Más del 90% de la luz solar toca la tierra como radiación directa, debido a la limitada cobertura nubosa y la poca precipitación (menos de 250 mm de precipitación y generalmente más de 3000 horas de luz solar anualmente). (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

La segunda región más favorable está ubicada entre las latitudes 15°N y 15°S. Debido a la alta humedad y la frecuente cobertura nubosa, la cantidad de radiación, a pesar de ser intermitente, es alta en esta región (unas 2,500 horas de luz solar anualmente). (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Es importante señalar que la mayoría de países en desarrollo están ubicados entre las latitudes 35°N y 35°S. Por lo tanto, pueden basarse en la radiación solar como fuente de energía para la desinfección solar del agua para consumo humano. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

A9. Variaciones estacionales y diarias de la radiación solar.

La intensidad de la radiación solar UV-A muestra variaciones estacionales y diarias. La variación estacional depende de la latitud y es la principal responsable del clima en la región. Las regiones cerca de la línea ecuatorial experimentan menos variación en la intensidad de la luz durante el año que las regiones en el hemisferio norte o sur. Por ejemplo, en Beirut (latitud: 33°N), la intensidad de la radiación UV-A llega a un nivel pico de 18 W/m en junio y desciende a 5 W/m en diciembre. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Las variaciones estacionales de la radiación solar son importantes para la aplicabilidad del método de desinfección solar del agua. Antes de la implementación de SODIS en un lugar específico, es

necesario determinar las intensidades estacionales de la radiación. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Para que SODIS sea eficaz, es necesario contar con una intensidad total de radiación solar de por lo menos 500 W/m durante aproximadamente 6 horas. La intensidad solar también está sujeta a variaciones diarias. Al incrementarse la nubosidad, se cuenta con menos energía de radiación. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

Durante días completamente nublados, la intensidad de la radiación UV-A se reduce a un tercio de la intensidad registrada durante un día despejado. Durante días muy nublados, las botellas de SODIS tienen que estar expuestas durante dos días consecutivos para alcanzar la radiación requerida y garantizar la inactivación de los patógenos. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

A10. Factores que incrementan la eficacia

- Usar agua cruda con baja turbiedad.
- Llenar las botellas completamente para evitar bolsas de aire que reduzcan la radiación solar.
- Colocar las botellas horizontalmente o ligeramente inclinadas sobre una superficie.
- Colocar las botellas en una lamina o sobre un fondo que refleje luz solar.
- Con papel aluminio y una caja se puede construir un colector solar simple (en áreas donde se disponga de estos recursos).
- Asegurar que no caiga sombra sobre las botellas.
- Si el agua alcanza una temperatura de 50°C, 1 hora es suficiente tiempo de exposición.
- Si el cielo está más que 50% nublado, exponer las botellas 2 días consecutivos.
- Empezar exponiendo las botellas tan temprano en la mañana como sea posible.
- En caso de lluvias continuas, se recomienda recolectar agua de lluvia o hervir el agua.

A11. Factores que reducen la eficacia:

- Botellas sucias o agua turbia.
- Botellas con baja transmitancia de UV: viejas, rayadas, oscuras y de color.
- Baja radiación UV-A.

- Cielo nublado.
- Baja temperatura del aire.
- Botellas colocadas verticalmente en lugar de horizontalmente.
- Botellas llenas sólo hasta la mitad.

A12. Material y forma de los recipientes

a. Botellas de plástico

Las pruebas de campo demuestran que las botellas de PET transparentes de hasta 2 litros son recipientes muy adecuados para aplicar SODIS. Las pruebas demuestran buenos resultados en botellas retornables y no retornables. Sin embargo, las botellas no retornables son ligeramente mejores, pues transmiten mayor radiación UV. El efecto del envejecimiento no afecta significativamente el coeficiente de transmisión de las botellas no retornables. Las botellas de color no transmiten suficiente radiación UV, por lo que no deben usarse para SODIS. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

b. Botellas de vidrio

Las botellas de vidrio transparente podrían usarse teóricamente como alternativa a las botellas de plástico. Sin embargo, el vidrio con un mayor contenido de óxido de hierro transmite menos radiación UV. Las pruebas de campo confirman que ciertas botellas de vidrio muestran menores tasas de desinfección. Además, las botellas de vidrio se rompen fácilmente, por lo tanto, no se recomienda usar botellas de vidrio. (Meierhofer R y Wegelin M, 2003)

B. Purificación De Agua Por Rayos Ultravioleta

La purificación del Agua mediante rayos ultravioleta es un método rápido y único para desinfectar el agua sin utilizar productos químicos ni calor. Este método utiliza lámparas germicidas de ultravioleta que producen radiaciones de pequeñas ondas que son letales para las bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el agua común. Estos rayos son más cortos en longitud de

onda que los rayos más cortos de ultravioleta, que penetran la atmósfera de la Tierra, desde el Sol. (Tratamiento Natural del agua S.f.)

La utilización de la luz ultravioleta para desinfectar pequeñas cantidades de agua para suministro doméstico es relativamente nueva. Sin embargo, es un método bien conocido en grandes sistemas de suministro de agua, donde se ha venido utilizando durante décadas. (Química, S.A.)

Los sistemas de tratamiento y desinfección de Agua mediante UV - Ultravioleta, garantizan la eliminación de entre el 99,9% y el 99,99 de agentes patógenos. Para lograr este grado de efectividad casi absoluta mediante este procedimiento físico, es imprescindible que los procesos previos del agua eliminasen de forma casi absoluta cualquier turbiedad de la misma, ya que la Luz Ultravioleta debe poder atravesar el flujo de agua a tratar perfectamente. (Excel Water Technologies Inc. 2002)

Los Purificadores de Agua por Ultravioleta funcionan mediante la "radiación" o "iluminación" del flujo de agua con una o más lámparas de silicio cuarzo, con unas longitudes de onda de 200 a 300 nanómetros. Por lo tanto, el agua fluye sin detenerse por el interior de los purificadores, que contienen estas lámparas. (Excel Water Technologies Inc. 2002)

Los rayos ultravioleta se encuentran en la luz del sol y emiten una energía fuerte y electromagnética. Están en la escala de ondas cortas, invisibles, con una longitud de onda de 100 a 400 nm (1 nanómetro= 10^{-9} m). (Creative Commons 2006)

La luz ultravioleta, desinfecta el agua sin necesidad de compuestos químicos y posee mejores beneficios que la destilación. No crea menos complejos químicos y no saca los minerales que necesitamos en el agua. (Tratamiento Natural del agua s.f.)

La Cubeta UV es un sistema casero de desinfección del agua para los países en desarrollo. El sistema permite desinfectar y almacenar el agua de manera conveniente. Este diseño apropiado, es una cubeta de 15 litros con una cámara de desinfección ultravioleta, es el resultado de la colaboración con el departamento de Ingenieros del Instituto Tecnológico de La Paz. La Cubeta UV es única por su nivel de eficiencia alto y su costo accesible para la población rural (Q.200.00), el cual se comenzó a utilizar en Guatemala en la Comunidad de Xejuyú de San Lucas Tolimán, Sololá. (Sociedad de historia Natural Niparajá, 2007)

B1. Ventajas del Uso de Luz Ultravioleta

Vamos a detallar para finalizar, algunas de las ventajas de este tipo de tratamientos:

- Se trata de un tratamiento físico, sin necesidad de almacenamiento de stock de ningún producto químico peligroso.
- No cambia las propiedades del agua tratada.
- No tiene peligro o efectos negativos sobre el agua en caso de sobredosisificación.
- Simple y barato de mantenimiento de las instalaciones.
- Sencilla instalación sobre canalizaciones de agua ya existentes.
- Posibilidad de uso para aguas destinadas a distintos usos: consumo humano, industria alimentaría, procesos industriales, laboratorios, agricultura, etc.
- Compatible con otros procesos, como los generadores de ozono (Portal del mantenimiento industrial s.f.)

B2. Tecnología

La Cubeta UV consiste en una cubeta de 15 litros la cual posee un contenedor para verter el agua extraída del pozo. La parte inferior dispone de una llave de salida para el agua desinfectada.

a. Contenedor Superior

Es una pieza cilíndrica sencilla, con un reflector parabólico en el fondo, donde se coloca el reflector de plástico con una capa de plata. La reflexión de los rayos UV hacia el agua de la cámara de desinfección permite aumentar la eficiencia en desinfección del sistema.

El contenedor superior recibe 3 litros de agua. El agua fluye a 3 litros por minuto hacia la cámara de desinfección. El usuario puede llenar 4 veces el contenedor superior con agua para almacenar 12 litros de agua desinfectada en la cubeta inferior.

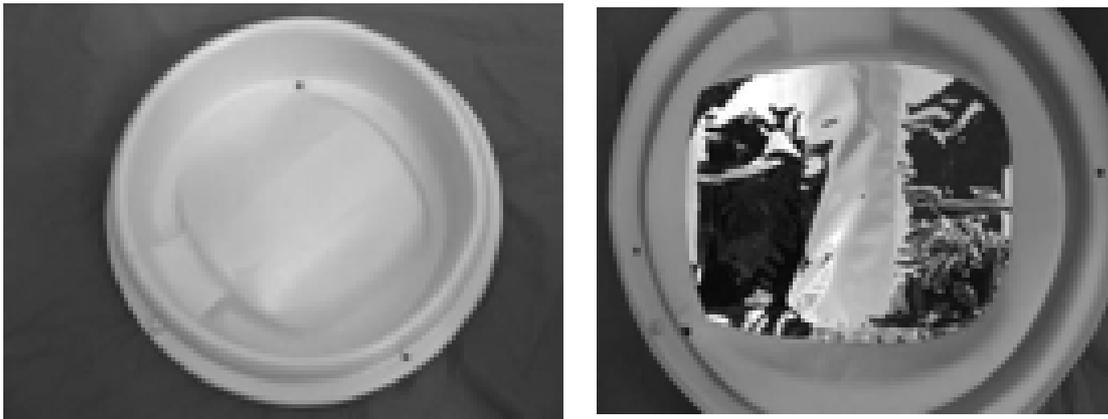


Figura 2.5 Contenedor Superior (Fuente Niparajá 2007)

b. Cámara de Desinfección

Cuando el agua entra a la cámara de desinfección, fluye alrededor de 3 divisiones y sale hacia el depósito. El agua fluye 2 centímetros debajo de la lámpara ultravioleta. La cámara dispone de un sifón en la pared de la división final que permite al agua drenar completamente después de cada uso.



Figura 2.6 Cámara de desinfección (Fuente Niparajá 2007)

c. Unidad Electrónica

La unidad electrónica consiste en una lámpara UV, interruptor y cable, la cual está sellada con resina poliéster con carga de arena para ser aislada eléctricamente. Está contenida en una caja de plástico la cual se inserta en la cámara de desinfección.

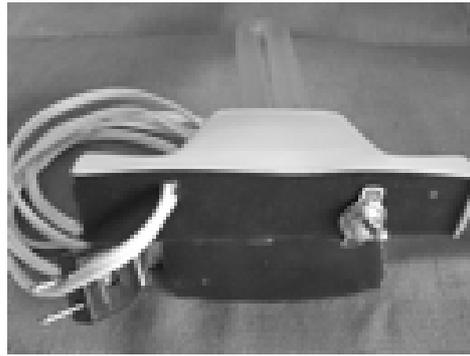


Figura 2.7. Unidad Electrónica (Fuente Niparajá 2007)

La unidad electrónica funciona con energía 110V, la lámpara tiene un tiempo de vida próximamente de 5 años o 5,000 horas.

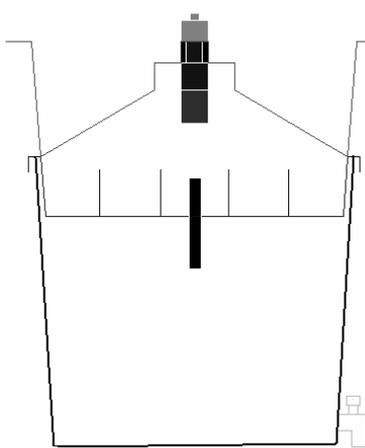


Figura 2.8. Cubeta U.V. sistema interno y externo (Fuente propia)

C. Purificación Mediante Ebullición

Hervir el agua es el método más seguro y sencillo, pero no siempre es posible utilizarlo. La mayoría de microorganismos (bacterias y virus) son neutralizados al alcanzar una temperatura de 65°-70°C durante un minuto. (ACNUR 1992)

A nivel del mar, el agua hierve a 100°C; por lo que, un minuto después de llegar a la ebullición, el agua está desinfectada. Hay que tener en cuenta que por cada 1000 metros de altura, el tiempo de ebullición se extenderá 3 minutos. (Manual SCOUT 2005)

Para mejorar el sabor del agua se pasa de un envase a otro varias veces, proceso conocido como aireación, después se deja reposar por varias horas y se le agrega una pizca de sal por cada litro de agua. (ACNUR 1992)

Es posible que, a largo plazo, el abastecimiento de combustible doméstico resulte el factor más determinante, ya que para hervir un litro de agua se requiere alrededor de 1 kg de leña. (ACNUR 1992)

C1. Desventajas

- La ebullición toma tiempo, desde el juntar el fuego, el tiempo de calentamiento y el de espera para que el agua se enfríe.
- La ebullición consume aproximadamente 1 kg de leña por litro.
- El sedimento en el agua no es eliminado.

2.2.6.2 Métodos Químicos

A. Purificación Mediante Cloro

La cloración es el método más común para desinfectar y es el único con efecto constante durante mucho tiempo después de haber efectuado la cloración. Esto significa que no habrá gérmenes en tuberías con agua estancada. (Química, S.A. 2005)

Es uno de los métodos más rápidos, económicos y eficaces para eliminar las bacterias contenidas en el agua. La cantidad de cloro que debe agregarse al agua generalmente son tres gotas por litro. Después de agregar el cloro, es importante esperar media hora antes de tomar el agua. El agua ya viene clorada de la red, por lo que puede suceder que al agregarle más cloro el exceso se manifieste en el sabor (haciéndolo muy desagradable); esto no representa riesgos para su salud. (Centro virtual de información del agua. S.f)

El cloro que usamos con frecuencia en los hogares para blanquear y desinfectar contiene un compuesto de cloro que se puede usar para desinfectar el agua. El proceso a usar por lo general aparece en la etiqueta de la botella... Vea la Tabla 2 para obtener la cantidad a usar. (IFAS 1998)

Cuadro 2.6 Dosificación de Cloro por cantidad de agua a ser tratada

Tratamiento del agua con una solución clorada líquida al 5 a 6 por ciento		
Cantidad de agua a ser tratada	Para agua limpia, agregue esta cantidad de cloro	Para agua turbia muy fría, o para agua de superficie, añada esta cantidad de cloro
1 cuarto o 1 litro	3 gotas	5 gotas
1/2 galón o 2 litros	5 gotas	10 gotas o 1/8 cucharilla
1 galón o 4 litros	10 gotas o 1/8 cucharilla	20 gotas o 1/4 cucharilla
5 galones o 19 litros	50 gotas o 2.5 mililitros	5 mililitros o 1 cucharilla
10 galones o 38 litros	5 mililitros o 1 cucharilla	10 mililitros o 2 cucharillas

(Fuente Department of health US. 2007)

Se necesita muy poco cloro para eliminar las bacterias, mientras que hace falta un poco más para eliminar los virus. La dosis se mide en miligramo por litro o por partes de millón (ppm). 1 ppm es igual a 1 litro de cloro concentrado en 1,000m³ de agua. (Química, S.A. 2005)

A1. Desventajas

- El agua con cloro tiene un ligero sabor: por ejemplo el café y el té tienen sabor distinto cuando se preparan con agua clorada.
- El cloro añadido en demasiadas cantidades puede causar corrosión en la mayoría de metales y algunos elastómeros.
- Si no se aplica la dosificación recomendada puede irritación y corrosión de la boca, dolor abdominal, taquicardia

B. Desinfección Mediante Yodo

La yodación del agua es uno de los métodos clásicos para potabilizarla, aunque los niños, las embarazadas o personas que tienen enfermedades del tiroides, no pueden consumir agua yodada. Tampoco es aconsejable consumirla durante períodos prolongados. Existen diversas formas de yodar el agua: desde las tabletas comerciales (1 tableta por litro de agua que se disuelve durante 20 minutos) hasta el uso de tintura de yodo (al 2%, 4-5 gotas en 1 litro de agua y dejar reposar 30 minutos) (Química, S.A. 2005)

El yodo es un agente químico Es muy efectivo contra las bacterias y los virus, pero inefectivo con algunos protozoos, por lo que deberá filtrarse el agua después del tratamiento. Habrá que esperar aproximadamente 1 hora para beber el agua.

B1. Desventajas

- No es recomendable utilizarlo si hay mujeres embarazadas o propensas a padecer de la tiroides

2.2.7 Normas COGUANOR 29 001

La Comisión Guatemalteca de Normas (2000) indica las siguientes especificaciones:

2.2.7.1 Límite Máximo Aceptable (LMA)

Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor. (MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

2.2.7.2 Límite Máximo Permisible (LMP)

Es el valor de la concentración de cualquier características de calidad del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para consumo humano. (MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

2.2.7.3 Características Físicas

Son aquellas características relativas a su comportamiento físico, que determinan su calidad del agua. (MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

A. Conductividad eléctrica

El agua potable deberá tener una conductividad de 100 $\mu\text{m}/\text{cm}$ a 750 $\mu\text{m}/\text{cm}$ a 25°C (MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

Cuadro 2.7 Características físicas del agua

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT
Ph	7 – 7.5	6.5 – 8.5

(Fuente MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

2.2.7.4 Características Químicas

Son aquellas características relativas a sustancias contenidas en el agua, que determinan su calidad. (MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

Cuadro 2.8 Sustancias químicas con sus correspondientes LMA y LMP

Características	LMA	LMP
Cloro residual libre	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl⁻)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	*****	< de 1 500 us/cm
Dureza Total (CaCo₃)	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
Sólidos totales disueltos	500.000 mg/L	1,000.0 mg/L
Sulfato (SO₄²⁻)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0 C - 25.0 C	34.0 C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

(Fuente MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

A. Límites de toxicidad

El agua presenta en algunas ocasiones algunos elementos o compuestos químicos, que al sobrepasar el límite máximo permisible, causan toxicidad en el ser humano

Cuadro 2.9. Límites de Toxicidad de sustancias inorgánicas correspondientes al límite máximo permisible (LMP)

Sustancia	LMP, en mg/L
Arsénico (As)	0.010
Bario (Ba)	0.700
Boro (B)	0.300
Cadmio (Cd)	0.003
Cianuro (CN')	0.070
Cromo (Cr)	0.050
Mercurio (Hg)	0.001
Plomo (Pb)	0.010
Selenio (Se)	0.010

(Fuente MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

Cuadro 2.10 Sustancias no deseadas

Características	LMA en mg/L	LMP en mg/L
Fluoruro (F)	****	1.700
Hierro Total (Fe)	0.100	1.000
Manganeso (Mn)	0.050	0.500
Nitrato (NO ₃)	****	10.000
Nitrito (NO ₂)	****	1.000

(Fuente MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

Cuadro 2.11 Sustancias orgánicas con significado para la salud

Compuesto	LMP (mg/L)
Benceno	5
Cloruro de vinilo	2
Detergentes aniónicos	200
o-diclorobenceno	600
p-diclorobenceno	75
1,2-dicloroetano	5
1,1-dicloroetileno	7
Cis.1,2-dicloroetileno	70
Trans-1,2-dicloroetileno	100
1,2-dicloropropano	5
Estireno	100
Etilbenceno	700
Monoclorobenceno	100
Substancias fenólicas	2
Tetracloruro de carbono	5
Tetracloroetileno	5
Tolueno	1000
1,1,1-tricloroetano	200
Tricloroetileno	5
Xileno	10000

Fuente MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

2.2.1.5 Características Bacteriológicas

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes fecales en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina, con esta finalidad se establecen las alternativas siguientes. (MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

A1. Grupo coliforme total

Son bacterias en forma de bacilos aerobios y anaerobios facultativos Gram negativo, no esporulados que fermentan la lactosa con la producción de ácido y gas. Los cuales para que estos sean aceptados, que por cada 100 ml se debe encontrar un microorganismo como máximo. (MINECO, Norma COGUANOR 29 001)

A2. Grupo coliformes fecal

Son las bacterias que forman parte del grupo coliforme total, que fermentan la lactosa con producción de gas a $44^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ en un periodo de $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ cuando se investigan por el método de los tubos de fermentación.

A3. *Escherichia coli*

Son las bacterias Coliformes fecales que fermentan a lactosa y otros sustratos adecuados como manitol a 44°C ó 44.5°C , con producción de gas, y que también producen indol a partir de triptófano. La confirmación se logra mediante el resultado en la prueba de indicador rojo de metilo; es el indicador más efectivo de presencia de coliformes fecales dentro del agua. Para que sean aceptos no debe haber presencia de estos microorganismos en 100/ml de agua.

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Comunidad Eben Ezer

La comunidad Eben Ezer se ubica cerca del límite geográfico entre Alta y Baja Verapaz, al norte de la cabecera municipal de Purulhá. De acuerdo con estimaciones comunitarias, el caserío Eben Ezer está compuesto por alrededor de 500 personas integrantes de 75 familias. El total de la población es indígena del grupo étnico Q'eqchi'. En su mayoría fueron colonos asalariados al servicio de terratenientes de la región. Pocas personas, sobre todo hombres, son bilingües, la mayoría habla solamente su idioma materno. Mantienen los usos y tradiciones propios de la cultura maya. El total de comunidad profesa la religión evangélica.

2.3.1.1 Localización, Extensión y Acceso

La comunidad Eben Ezer, pertenece al municipio de Purulhá, del departamento de Baja Verapaz, y se ubica cerca del límite con Alta Verapaz, al norte de la cabecera municipal, sus coordenadas geográficas son 15°15'00" de latitud norte y 90°14'30" de longitud oeste. Colinda al norte con la comunidad de El Jute, al sur con El Pinal, al este con El Repollal y al oeste con la Cumbre, la extensión superficial es de seis caballerías distribuidas en dos cuerpos separados llamados Eben Ezer I con cuatro caballerías (180 has) en la que existen 45 condueños con cinco manzanas de parcela y un lote de cuatro cuerdas (2,700 m²) para vivienda y Eben Ezer II con dos caballerías (90 has) en donde existen 30 condueños con dos manzanas para parcelas y cuatro cuerdas para vivienda. Según el mapa de capacidad de uso de la tierra, la finca se ubica dentro clase agrológica VII, la que corresponde a tierras no cultivables, aptas solamente para fines de uso o explotación forestal, de topografía muy fuerte y quebrada con pendientes muy inclinadas, incluyendo suelos muy poco profundos con serios problemas de erosión y drenaje. No son aptos para cultivos; no obstante pueden considerarse algún tipo de cultivos perennes. Pero debido a las necesidades de subsistencias los pobladores usan estas tierras para cultivos rotativos. (Ver mapa de ubicación) (Garoz B 2005)

El acceso se hace desde la ciudad capital de Guatemala, por la ruta CA-9 norte hasta el cruce de el Rancho, donde se toma la ruta CA-14 hacia Cobán. El municipio de Purulhá se localiza a un costado de la cinta asfáltica a la altura del km. 165. De la cabecera municipal de Purulhá se

toma un camino de terrecería hacia el norte, saliendo por la iglesia del calvario recorriendo aproximadamente seis km. hasta la comunidad, la carretera presenta algunos tramos con pendientes muy pronunciadas que solo pueden recorrerse con vehículos de doble tracción, especialmente en la época de lluvia. (Garoz B. 2005)

2.3.1.2 Organización

La principal organización comunitaria es la Asociación Campesina. Está presidida por la asamblea general que establece los acuerdos para la ejecución de acciones que beneficien al conjunto de la comunidad. El órgano máximo ejecutivo es la junta directiva. Completan las organizaciones los comités de mujeres, de jóvenes, de desastres y emergencias, de deforestación, de salud, de desarrollo y de agua potable. Con relación a la participación, se observa que los hombres ocupan la mayoría de los cargos directivos. (Garoz B 2005)

Las mujeres afirman que no tienen obstáculos para participar en las actividades comunitarias y en proyectos productivos porque sus esposos reconocen que están organizadas y que su trabajo colectivo contribuye al desarrollo de la comunidad. El comité de mujeres se creó en el año 2000 en donde participaron 50 señoras. Por su parte, los jóvenes anotan que a través de su comité se incorporan en todas las actividades de la comunidad, con excepción de aquellas que se realizan durante las horas en que están trabajando en las parcelas agrícolas. (Garoz B 2005)

2.3.1.3 Aspectos Económicos Y Productivos

La comunidad cuenta con una unidad productiva de una extensión total de 6 caballerías (270 has) en la finca Eben Ezer I, los 46 condueños originales del grupo tienen una parcela de cinco manzanas cada uno y en la finca Eben Ezer II, donde solo hay 30 condueños, tienen otra parcela de dos manzanas cada uno. A demás, los miembros de la comunidad atienden un lote para vivienda de cuatro cuerdas en cada una de las dos fincas. (Garoz B 2005)

Los principales productos obtenidos actualmente en la finca son maíz y frijol para el autoconsumo y parte para la venta en el mercado local, Así como la papa y el Brócoli, para venta a intermediarios. Se cultivan además, otras hortalizas como cebolla, tomate, cilantro, remolacha, zanahoria, coliflor, acelga, apio, rábano, y güisquil, para consumo interno y para el

mercado local. Debido a que no existe un manejo colectivo de la tierra, no se cuenta con información sobre el uso actual que se está dando a la finca en conjunto, en términos de áreas o porcentajes de extensión total. Tampoco se cuenta con registros de los volúmenes de producción. Con base a la distribución que se ha hecho de parcelas individuales puede estimarse la cobertura y uso de la tierra en la finca de la manera siguiente. (Garoz B 2005)

Casi todo el proceso productivo se hace de manera individual, no existiendo ningún proyecto productivo desarrollado de manera colectiva. En el caso del Brócoli, los miembros de la comunidad han suscrito contratos de comercialización de manera colectiva. Así mismo, en los cultivos de tomate y papa realizan la venta colectivamente, contratando camiones para el traslado del producto al mercado. (Garoz B 2005)

2.3.2 Comunidad El Jute I

2.3.2.1 Ubicación

La comunidad de El Jute I se encuentra ubicada al sur de la cabecera municipal, dentro del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se localiza entre las coordenadas latitud $15^{\circ}16'3.6''$, longitud $90^{\circ}14'0.5''$. (Ver mapa de ubicación)

2.3.2.2 Límites

La comunidad de El Jute I colinda al norte con la Finca Ceilán (Tamahú); al este con El Repolla y Eben Ezer I (Purulhá, B. V.); al sur con El Jute II (Purulhá, B.V.); al oeste con Eben Ezer II (Purulhá, B.V.).

2.3.2.3 Población Total

La población que se encuentra dentro del municipio tiene un total de 129 habitantes según el XI Censo de Población y VI de Habitación (INE, 2002)

2.3.2.4 Historia

Esta comunidad se fundó en el año de 1935, los cuales sus primeros colonos provenían del municipio de Carchá, a los cuales se les había dicho que eran terrenos baldíos y buenos para trabajar. El primer colono le puso el nombre El Jute a la comunidad debido a que había un nacimiento en donde se encontraban jutes

La comunidad se formó con seis familias, las cuales talaron los bosques para darle el paso a la agricultura intensiva con los cultivos de maíz, frijol, chilacayote, güicoy, y güisquil. Debido a la mala práctica de labranza los suelos se agotaron y las producciones escasearon por lo que los pobladores comenzaron a emigrar hacia la Costa y Petén en busca de trabajo.

A partir de los años 1980 hasta la fecha varias organizaciones les han dado apoyo en capacitaciones y asistencia técnica a esta comunidad en cuanto a técnica de conservación de suelo, capacitaciones de promotores, liderazgo, etc.

2.3.2.5 Clima

Según el sistema de clasificación climática de Thornthwaite, el área donde se localiza la comunidad posee un tipo de clima que muestra cierta correlación con la topografía el cual es Semi-seco *Templado (CB')*.

2.3.2.6 Zonas De Vida

La comunidad se ubica en la zona de vida según el Sistema de Clasificación de Holdridge y modificado por De la Cruz, Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical (bp-MB)

2.3.3 Síntesis de trabajos sobre pozos de captación de agua de lluvia

Se tiene conocimiento que alrededor del año de 850 A.C. en el territorio del río Jordán se inicio el uso de aljibes (depósitos para guardar agua de lluvia). Posteriormente en la Edad Media los castillos y las abadías de Europa, poseían todos sus correspondientes aljibes, para guardar tanto agua de lluvia como la proveniente de ríos y fuentes naturales.

En la época de los mayas, estos desarrollaron un mecanismo para cosechar agua de lluvia, siendo estos los chultunes, los cuales aun hoy pueden ser observados principalmente en la península de Yucatán, México.

La elección de la ubicación de los primeros asentamientos humanos, tuvieron que ver mucho con la relación entre la calidad de vida y el buen suministro de agua. Y cuando se producía el asentamiento en un lugar en donde se tenía acceso fácil a agua limpia, no se hacía necesario conservar el agua de lluvia. Pero la necesidad de los humanos por ocupar lugares estratégico para defensa o comercio, y no teniendo acceso a fuentes de agua o ríos cercanos utilizaban los aljibes por lo que se volvieron muy populares.

Posteriormente los aljibes fueron cayendo en desuso, por la aparición de bombas manuales que facilitaban la extracción de agua de pozos subterráneos profundos, la conducción del agua por medio de tuberías, y en general la disponibilidad energética y tecnológica.

A pesar del adelanto tecnológico en la primera década del siglo XXI, se ha vuelto a tener la necesidad de volver a utilizar los aljibes, como respuesta a la dramática situación de desabastecimiento de agua, principalmente en las áreas rurales alrededor del mundo. Lo que ha dado como resultado que muchas personas se hayan beneficiado y solucionado su problema de agua, gracias a la cosecha de agua de lluvia en los aljibes.

En Guatemala algunas organizaciones y ONG'S, se han preocupado por el desabastecimiento de agua en muchas comunidades rurales. En el Departamento de Baja Verapaz, se encuentra realizando esta labor la organización Vecinos Mundiales, quien se ha preocupado de introducir el uso de pozos artesanales para la captación de agua de lluvia en varias comunidades de los municipios de Rabinal y Purulhá.

En el año del 2006, María J. Ortega Sunuc, realizo su Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- , de la Facultad de Agronomía, de la universidad de San Carlos de Guatemala, en la organización Vecinos Mundiales, realizando su investigación en el municipio de Rabinal, Baja Verapaz, en relación a la construcción e instalación de cuatro sistemas captadores de agua de lluvia, siendo estos: pozos artesanales, pozos de llantas, ferrocemento y tanque de plástico vertical.

Ortega (2007) indica que la organización Vecinos Mundiales ha promovido desde el año 2006 la construcción de los pozos de captación de agua de lluvia a nivel familiar. Estos fueron diseñados originalmente para el uso domestico tales como el bañarse, lavar la ropa, regar el huerto familiar o dar de beber a los animales. Fueron construidos cerca de las casas, para que cuando llueva, se capte el agua proveniente de los techos de las casas, y así almacenarla para la época de verano y poder contar con el vital líquido.

Ortega (2007) informa, según la normar COGUANOR 29 001. los análisis físico-químico del agua de lluvia captada que se realizaron a los cuatro sistemas (pozo artesanal, pozo de llantas, ferrocemento y tanque de plástico vertical), todos resultaron entre los límites máximos. Por otro lado los análisis bacteriológicos que se efectuaron a los mismos sistemas, resultaron insatisfactorios, ya que presentaron valores por encima de la Norma, lo que indica que el agua captada es inadecuada para el consumo humano.

Ortega (2007) menciona, que en cuanto a los aspectos socioeconómicos, la mayoría de personas prefieren el pozo artesanal, debido a que fue el pozo con más capacidad de almacenamiento (11,250 L.), además puede dársele diferentes y variados usos, desde consumo humano, usos domésticos, agrícolas y hasta recreativos.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

Evaluar cinco métodos para la purificación de agua de lluvia captada para consumo humano en las comunidades El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, Baja Verapaz.

2.4.2 Específicos

- Determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas en las muestras testigo, de los tanques de captación de agua de lluvia de las comunidades Eben Ezer y El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz
- Determinar la eficacia de los métodos de purificación físicos y químicos del agua.
- Determinar cual es el método más económico y que consume menos tiempo para purificar un litro de agua.
- Determinar las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de purificación.
- Determinar el método de purificación de agua más aceptado por las mujeres de las comunidades de Eben Ezer y El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz

2.5 METODOLOGÍA

La metodología se dividió en tres fases para poder alcanzar los objetivos planteados

2.5.1 Fase de Gabinete

- Consistió en definir a las comunidades El Jute I y Eben Ezer para trabajar la investigación
- Revisión de literatura sobre las cinco metodologías para purificar el agua que se van a utilizar en la investigación.
- Elaboración de un plan de investigación para definir la metodología para cumplir con los objetivos de la investigación.

2.5.2 Fase de Campo

La fase de campo consistió en tomar muestras de agua en tres periodos diferentes de la época lluviosa

- La primera fase se realizó a principios de la época lluviosa (en el mes de junio)
- La segunda fase fue a mediados de la época lluviosa (en el mes de agosto)
- La tercera fase se hizo a finales de la época lluviosa (en el mes de octubre)

En cada fase se tomó un juego de 6 muestras de agua por comunidad; a las cuales se les aplicó los métodos de purificación de la siguiente manera:

- 1 muestra de agua testigo*
- 1 muestra con el método SODIS
- 1 muestra con la purificación de Rayos U.V.
- 1 muestra con el método de ebullición
- 1 muestra con la purificación con Cloro
- 1 muestra con la purificación con Yodo

* La muestra testigo es aquella a la cual no se le aplicó ningún método de purificación, y sirvió para hacer comparación de la efectividad de los diferentes métodos aplicados

Por lo que se tuvo un total de 12 muestras al final de cada muestreo, haciendo un total de 36 muestras que fueron analizadas en el Laboratorio Nacional de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Los análisis que se realizaron a las muestras fueron: físico, químico y bacteriológico.

2.5.2.1 Pozos de Captación de Agua de Lluvia

Las muestras de agua se tomaron de dos pozos de captación de agua de lluvia con las siguientes características:

A. Pozo de El Jute I

- Capacidad de 11.25 m³
- Circulado con malla.
- Techo de lámina.
- No posee un repellado fino en sus paredes, ni en el piso.

B. Pozo de Eben Ezer

- Capacidad de 11.25 m³
- El piso y las paredes tienen un repellado fino.
- No esta circulado.
- No tiene techo.

2.5.2.2 Métodos de Purificación

A. Método SODIS (Solar Disinfection System)

Procedimiento de aplicación:

- Se obtuvieron botellas de desechables de 600 ml y 2.5 litros.

- Se verificó que las botellas fueran herméticas, incluido el estado de la tapa.
- Revisado el estado de la botella, se lavaron bien para eliminar cualquier residuo que pudiera contaminar la muestra.
- Se verificó que el agua estuviera lo suficientemente clara para aplicar la metodología (turbiedad < 30 UNT).
- La botella se llenó $\frac{3}{4}$ de su capacidad total y se agitó por 20 seg. (esto sirve para evitar burbujas de aire a la hora de su exposición).
- Luego de realizado el paso anterior se llenó completamente la botella.
- Se colocó sobre una lámina en forma horizontal sobre un plástico negro.
- Debido a las condiciones climáticas de Purulhá, Baja Verapaz, la exposición de las botellas en el techo de la casa fueron de dos días a principios del invierno; a mediados y finales fue de tres días, para que la purificación sea eficaz.

B. Cubeta U.V.

Este sistema consiste en una cubeta de cinco galones la cual emite Rayos U.V. al agua, para purificarla.

Procedimiento de aplicación:

- Se recolectó del pozo una muestra de 3 litros.
- Se encendió la lámpara de rayos U.V. por unos 20 seg.
- El agua recolectada se vertió en la parte superior de la cubeta.
- Se dejó circular el agua dentro de la parte superior para que los Rayos U.V. hagan efecto sobre el agua.
- Cuando ya no se escuchó la caída de agua, se apagó la lámpara U.V.

C. Purificación Mediante la ebullición

Este método consiste en llevar a ebullicir el agua para matar las bacterias, virus y patógenos presentes en la misma.

Procedimiento de aplicación:

- Se recolectó del pozo una muestra de 3 Litros...
- Se colocó dentro un recipiente resistente al calor
- Se llevó a punto de ebullición.
- Se dejó ebullicir por 10 min.
- Se dejó enfriar dentro del mismo recipiente.

D. Purificación con cloro

El añadir un poco de blanqueador al agua puede matar los gérmenes y la mayoría de las larvas de parásitos, evitando así que causen daño al cuerpo humano. Para purificar el agua, se siguieron los siguientes pasos:

- Se recogió una muestra de 3 litros, dentro de un pichel, el cual previamente se limpió.
- Se aplicó 6 gotas de cloro utilizando un gotero,
- Con una tela se cubrió el pichel para evitar que le entre polvo o algún insecto.
- Se dejó reposar por 30 min.

E. Purificación con Yodo

El yodo común que se utiliza en el hogar por motivos medicinales, también se puede emplear para desinfectar el agua, siguiendo estos pasos:

- Se recogió una muestra de 3 litros, dentro de un pichel, el cual previamente se limpió.
- Añadió 15 gotas de tintura de yodo al 2%.
- Se cubrió el pichel con una tapa o una tela.
- Se dejó reposar por 30 min.

2.5.2.3 Traslado de muestras al laboratorio

- Para el análisis físico y químico las muestras de agua se vertieron en envases de plásticos de 2.5 litros lavadas previamente con agua del estanque para que no se contamine con elementos externos.
- Para el análisis bacteriológico se utilizaron envases de vidrio de 100 gr esterilizados previamente en autoclave (estos fueron proporcionados por el LNS) para evitar la contaminación por agentes externos.
- Las muestras deben trasladarse al laboratorio en menos de 24 horas, para evitar proliferación de patógenos y algas para adulteren los resultados.
- Las muestras deben ser trasladadas en cadena de frío (es mantener las muestras a una temperatura de aproximadamente de 4 °C)
- Las muestras fueron analizadas por el Laboratorio Nacional de Salud (LNS) del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

2.5.2.4 Registro de eficacia de los métodos de purificación

Para determinar la eficacia de los métodos de purificación se hicieron análisis de laboratorio para cada uno; y así poder determinar cual de ellos purificada el agua de los pozos de captación de agua de lluvia.

Se graficaron los resultados para observar cual fue su comportamiento durante la estación lluviosa y las variaciones que se observaron en cada uno de los métodos.

Luego de analizados los datos se llenó el cuadro 8, para determinar si los métodos son aptos o no para consumo humano.

Cuadro 2.12 Boleta de Eficacia

Metodología	Resultados					
	Bacteriológico		Físico		Químico	
	El Jute I	Eben Ezer	El Jute I	Eben Ezer	El Jute I	Eben Ezer
Testigo						
SODIS						
Cubeta U.V.						
Hervor						
Cloración						
Yodo						

Nomenclatura

A = Apto

NA = No apto

2.5.2.5 Relación Precio/tiempo de los métodos de purificación

Este cuadro nos permitió observar cual fue el métodos de purificación que tiene el menor costo y consume menos tiempo para su efecto purificador.

Cuadro 2.13 Relación Precio/tiempo de los métodos de purificación

Método	Precio por Litro de Agua Purificada	Tiempo de Purificación	Observaciones
Físicos			
Ebullición			
SODIS			
Cubeta U.V.			
Químicos			
Cloro			
Tintura de Yodo al 2%			

2.5.2.6 Aceptabilidad de los métodos de purificación

Para determinar la aceptabilidad de los métodos de purificación en las mujeres se hizo una encuesta aleatoria a las pobladoras de las comunidades de Eben Ezer y El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, y de esta manera se registró las diferentes opiniones y puntos de vista; para poder graficar y observar cual de los cinco métodos es el más aceptado por ellas.

Las graficas que se elaboraron con la encuesta son las siguientes.

- a. Número de personas entrevistadas y sus opiniones sobre los métodos de purificación de agua: se elaboró con los datos obtenidos de las encuestas para poder graficas las diferentes opiniones de los métodos de purificación y observar cual es el método que prefieren utilizar para purificar el agua.
- b. Porcentaje de aceptación de los cinco métodos de purificación de agua: se basó en la sumatoria de cada método; para así poder observar cual fue el método mas aceptado por los pobladores.

2.5.2.7 Determinación de Ventajas y Desventajas de los métodos de purificación

Para determinar las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de purificación de agua, se realizó a través de la observación directa en la forma de aplicación de cada uno por los pobladores de las comunidades; y entrevistas personales.

2.5.3 Fase Final (Gabinete)

- Tabulación y análisis de los resultados de laboratorio, mediante el análisis y procesamiento de la información para la elaboración del documento final.
- Elaboración de las conclusiones y recomendaciones.

2.6 RESULTADOS

2.6.1 Resultados de Laboratorio

2.6.1.1 Análisis Bacteriológicos

A. Coliformes Totales

Según Lenntech (2007), son un grupo de microorganismos pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24-48 horas a 37°C y en presencia de sales biliares. Pertenecen a los géneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*.

En la grafica 7 se puede observar, en al comunidad de El Jute I, conforme va avanzando el invierno la presencia de patógenos dentro del agua disminuye, esto se debe a que el tanque se encuentra techado y circulado, por lo que esto permite menor contaminación por insectos y manipulación humana dentro del tanque de agua; sin embargo, en algunos métodos como lo es SODIS el agua no se purificó debido a las condiciones climáticas que imperan en el lugar, dando así condiciones favorables para el crecimiento de la población patógena; en hervor se debió a que no se le dio el tiempo necesario para que los microorganismos se inactivaran; y con respecto a la cubeta U.V. se debió a que el sistema tenía una pequeña fuga dentro de la cámara, por lo que permitió que a la hora de manipular la muestra ésta se contaminara con agua que se encontraba dentro de la cámara de purificación. En el caso de la comunidad de Eben Ezer, mientras avanzada el invierno, la contaminación con patógenos se incrementaba, debido a las condiciones del tanque, ya que este no se encuentra techado ni circulado, por lo que se introdujeron agentes patógenos al agua con facilidad. En cuanto a los tres métodos de purificación en donde el agua no purificó (SODIS, hervor y cubeta U.V:), se presentó el mismo problema que ocurrió en la comunidad del Jute I.

Sin embargo los métodos que siempre purificaron el agua, en los tres muestreos fueron el cloro y el yodo, debido a sus propiedades germicidas y bactericidas de cada uno de ellos.

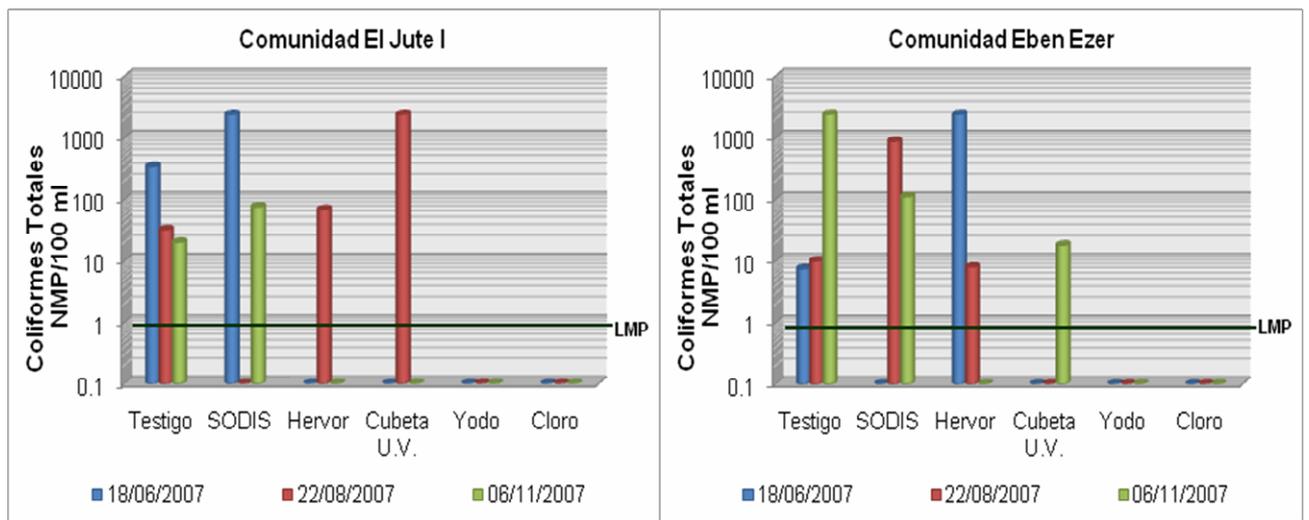


Figura 2.9 Comportamiento de las coliformes totales en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V

B. *Escherichia coli*

Según Lenntech (2007) es una bacteria coliforme que está a menudo asociada con el hombre, desechos animales y además es encontrada en el intestino humano. Y es empleada como una bacteria indicadora por el departamento de salud y laboratorios privados para medir la calidad de las aguas.

Como se puede observar en la figura 8, en la comunidad de El Jute I no se observó presencia de *E. coli*, dentro del agua, esto se debe a que no existía presencia de coliformes fecales dentro del agua. Mientras que en la comunidad de Eben Ezer a partir de mediados de invierno, la población bacteriana fue aumentando, debido a la mala manipulación de la extracción de agua dentro del pozo.

Sin embargo todos los métodos de purificación fueron efectivos para la eliminación de la *E. coli*, dentro del agua, por lo que estos métodos pueden utilizarse con seguridad para purificar agua contaminada con *E. coli*.

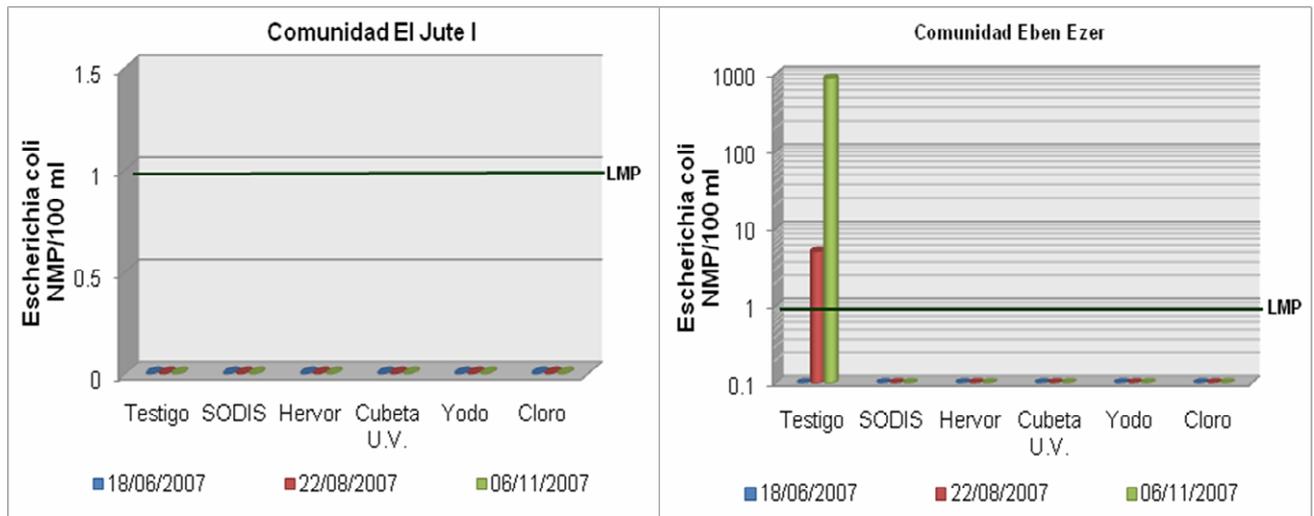


Figura 2.10 Comportamiento de la Escherichia coli en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

2.6.1.2 Análisis Físico

A. Potencial de Hidrógeno (pH)

Según infoagro.com (2007) el pH es un valor que se usa para indicar la acidez o alcalinidad de una sustancia. Como se observa en la figura 9, los rangos en que se encuentra el agua de la comunidad de El Jute I, a mediados de invierno, el sistema de purificación SODIS se encuentra arriba del límite de aceptación con un valor de pH de 8.51; y el método de hervor a finales de invierno su rango fue de 8.96 el cual excedió los Límites Máximos Permisibles (LMP), según la Norma COGUANOR NGO 29 001. Se considera que el aumento del pH en estos casos se debió a que en el método SODIS, ocurrieron reacciones lumínicas y calóricas con la formación de compuesto que elevan dicho valor (no se puede decir con exactitud de que compuestos se tratan, ya que al agua no se le hizo un análisis cualitativo completo). Y en el caso de hervor la concentración de sales se hizo mayor al evaporar el agua y por consiguiente existió un aumento en el valor de pH.

En cuanto a la comunidad de Eben Ezer, solo a finales de invierno los métodos de purificación son aceptables exceptuando el método de hervor, pero todos los métodos se encuentran arriba de los rangos permitidos por las normas COGUANOR NGO 29 001; esto se debe al pH que posee el cemento con que se revestió el pozo, ya que tiene compuestos de calcio, aunado a ello las

primeras lluvias en las cuales se encuentra el CO_2 disuelto de la atmósfera; razón por la cual el pH presenta valores altos.

En general, el agua que se obtuvo de cada una de los métodos posee un rango de pH alcalino o básico; esto se debe a la concentración de sales, formación de otros compuestos orgánicos por reacciones lumínicas y calóricas, y por agregación de cloruro de sodio y Yodo al 2% al agua para su purificación. Y utilizando la norma de COGUANOR NGO 29 2001 las aguas que posean un pH mayor a 8.5 deberán ser rechazadas para consumo humano.

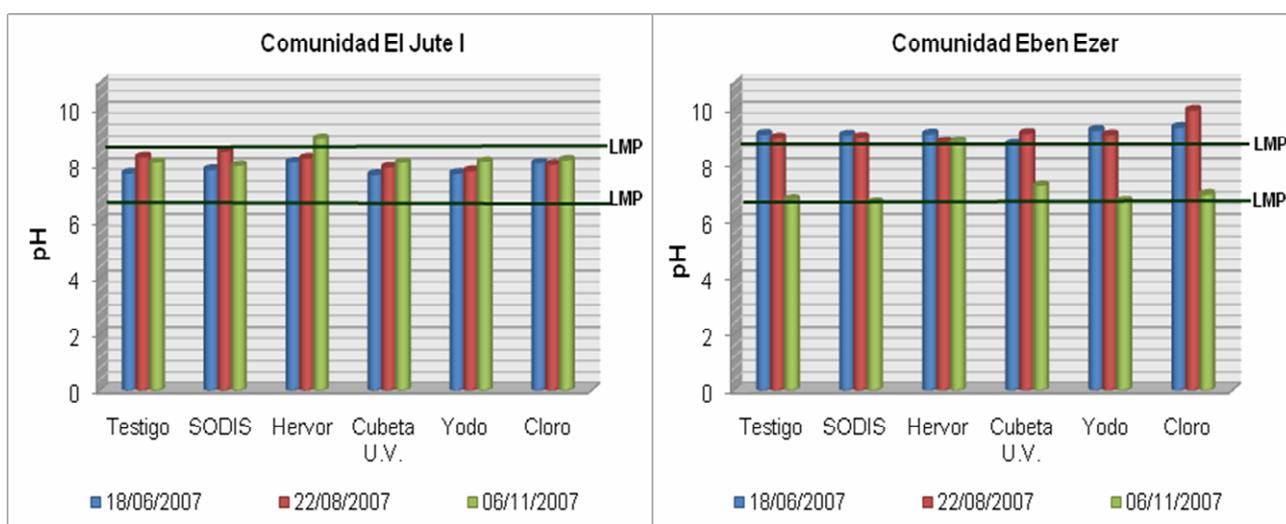


Figura 2.11 Comportamiento del pH en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V

B. Conductividad Eléctrica

Según Lenntech (2007) la conductividad eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. Debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. Los valores obtenidos durante los tres muestreos son el reflejo de los electrolitos disueltos en el agua por cada uno de los métodos de purificación. Está relacionada con la disolución de materiales que componen cada uno de los pozos, las sales que se agregaron al método de cloro y Yodo, la temperatura, el pH, y las condiciones ambientales que pueden afectar la solubilidad.

Como se puede observar en la gráfica 10, en la comunidad de El Jute I la conductividad eléctrica se encontraba baja del límite máximo aceptable (LMA) hasta mediados del invierno esto se debe a la disolución de minerales, gases y polvo que se encuentran en el aire, los cuales son diluidos por las lluvias. Pero a finales de invierno se incrementa significativamente debido a la alta concentración de sales dentro del tanque, así como incorporación de polvo por acción del viento, y por disolución de compuestos orgánicos conductores de electricidad.

En cuanto al pozos de Eben Ezer estos se encuentra en el límite o arriba del Límite Máximo Aceptable (LMA) de la norma COGUANOR NGO 29 2001, debido a los compuestos minerales que se encuentran dentro del tanque proporcionados por el repello de este, aparte de eso el tanque se encuentra sin techo, lo que facilita la incorporación de minerales, y polvo, lo cual provoca que la conductividad eléctrica se eleve. Los valores observador no se pueden interpretar aisladamente, debido a que esta en función de la turbidez y otros.

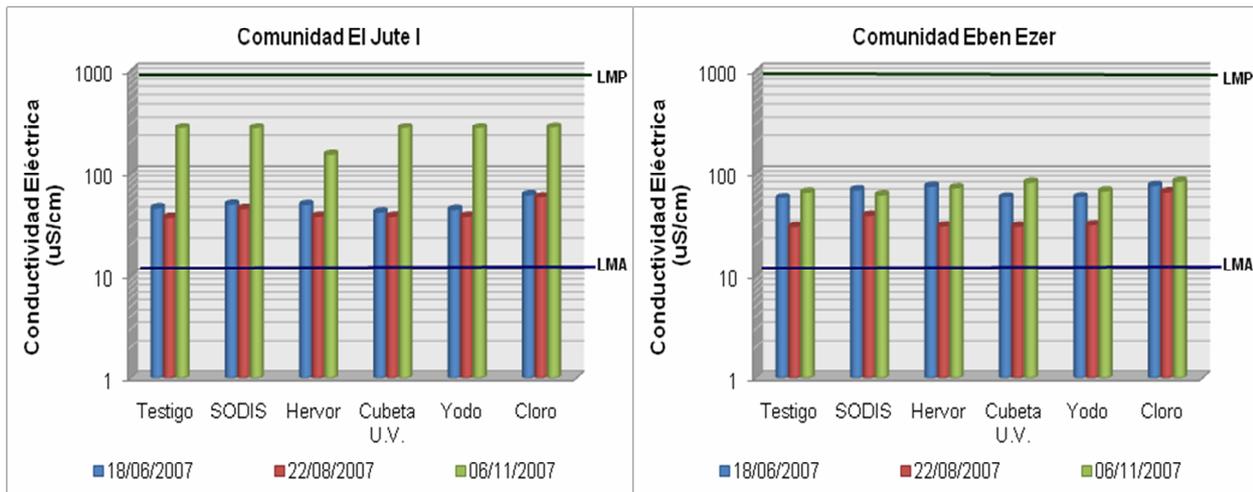


Figura 2.12 Comportamiento de la conductividad eléctrica en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V

C. Turbidez

Según Lenntech (2007) la turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

Como se observan en la figura 11, la turbidez del agua en la comunidad de El Jute I, se encuentra por debajo de los límites máximos aceptables (LMA), por lo es son aguas claras atractivas a la vista de los pobladores, pero en el método de ebullición realizado a mediados de invierno el agua

tuvo una turbidez de 16.8 UNT, esto se debe a las ollas donde lo hierven, ya que despiden partículas que hacen que el agua pierda su transparencia, o por reacciones químicas endotérmicas con la formación de compuestos coloreados, lo que le imprimió dicha turbidez al agua.

Mientras en la comunidad de Eben Ezer, el tanque se encuentra sin techo y está situado cerca de los cultivos, con facilidad entran partículas orgánicas que provocan que el agua adquiera un color verdoso; pero a pesar de que el agua presenta turbidez se encuentra dentro de los rangos permisibles de la norma COGUANOR NGO 29 2001.

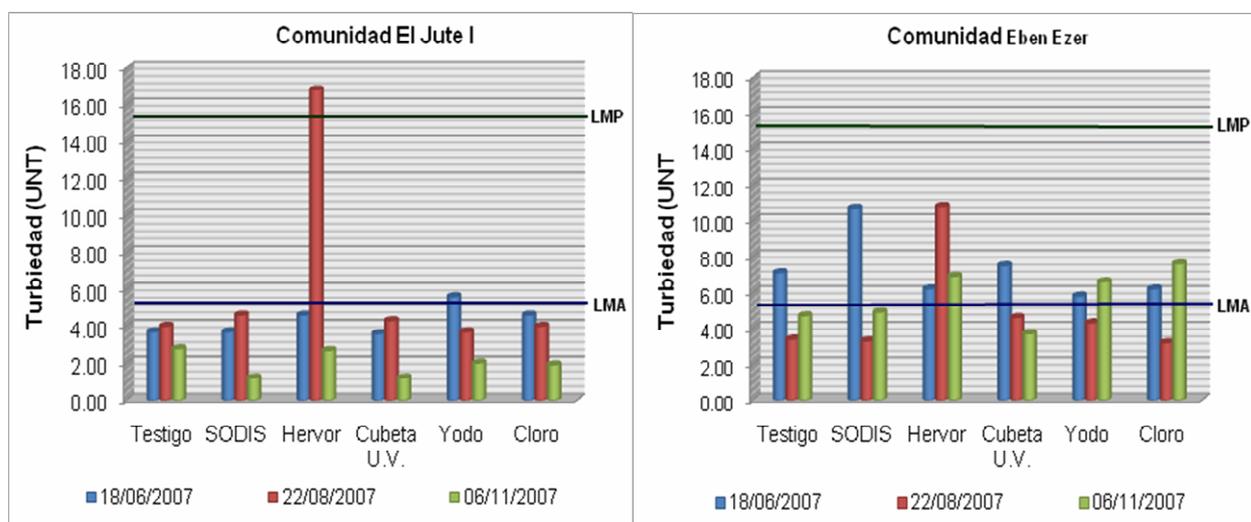


Figura 2.13 Comportamiento de la turbidez en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

D. Color

Según Lenntech (2007) el color puede sugerir que las impurezas orgánicas estén presentes. En algunos casos el color del agua puede ser causado incluso por los iones de metales. Cuando el agua tiene un color inusual esto generalmente no significa que sea dañina para la salud.

Como se observa en la figura 12, el agua de la comunidad El Jute I el color se encuentra debajo de los límites máximos aceptables (LMA), pero en los métodos de hervor y cubeta U.V. estos se incrementan debido a la incorporación de metales dentro del agua, a reacciones químicas endotérmicas con la formación de compuestos coloreados, lo que le imprimió dicho color al agua, o bien a un error humano de lectura; en el caso del hervor se debe a los metales disueltos en las

ollas de aluminio y residuos incrustados en ellas. En la comunidad de Eben Ezer se presenta el mismo caso, esto se debe que, a la hora de aplicar los métodos de purificación, a estos se le incorporan metales produciendo reacciones, que hacen cambie de color el agua; pero a pesar de que el agua tiene algún color, estos se encuentran dentro de los rangos permisibles de las normas COGUANOR NGO 29 2001.

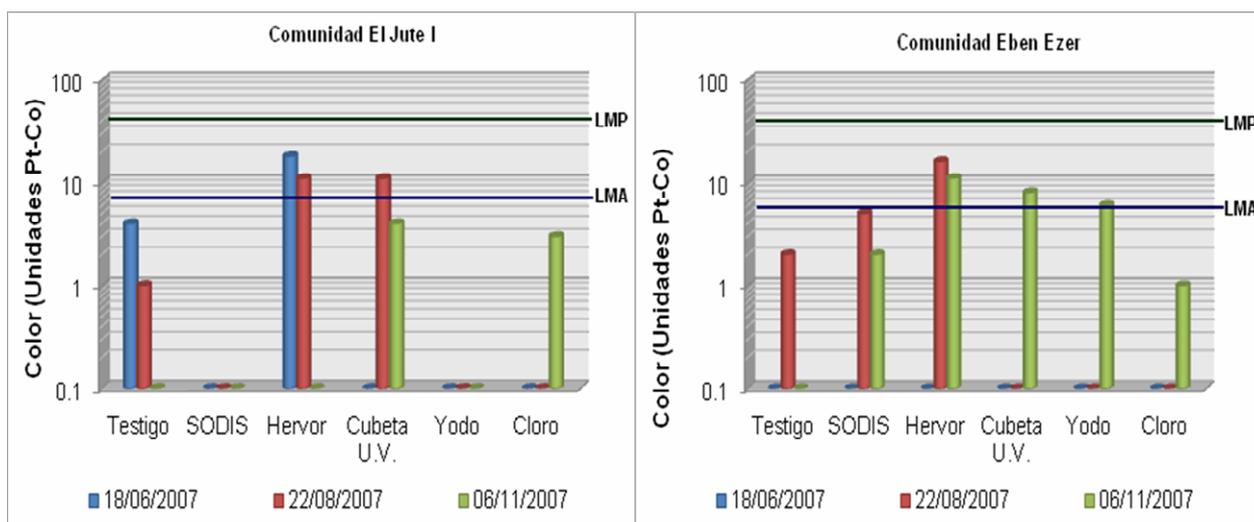


Figura 2.14 Comportamiento del color en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

2.5.1.3 Análisis Químico

A. Nitritos (NO_2)

Según Lenntech (2007) el nitrito es el radical univalente NO_2 o un compuesto que lo contenga, tal como una sal o un éster de ácido nitroso. Si este se encuentra en altas concentraciones dentro del agua puede producir la enfermedad metahemoglobinemia también conocida como “la enfermedad de los bebés azules”, ya que reduce la capacidad de transportar oxígeno en la sangre.

Como se observan en la figura 13, los niveles de nitritos (NO_2) de ambas comunidades se mantuvieron constantes y las concentraciones en que se encuentran no afectan a la salud; principalmente a los bebés, ya que son los más susceptibles; durante los tres muestreos se mantuvieron en una concentración de 0.07 mg/L por lo que es aceptable según las normas COGUANOR NGO 29 2001.

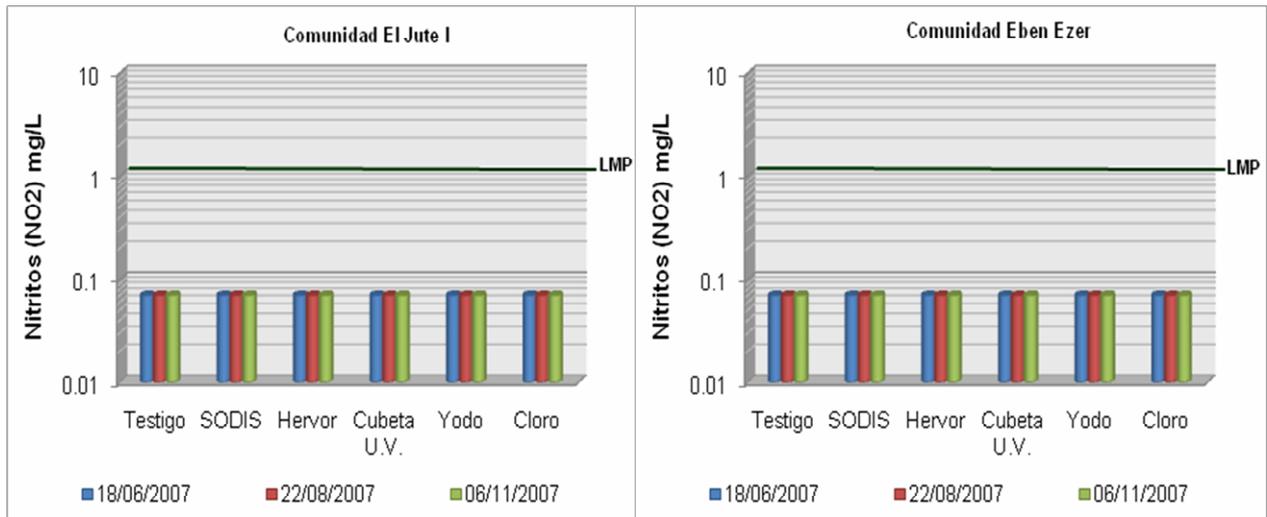


Figura 2.15 Comportamiento de los Nitritos (NO₂) en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

B. Nitratos (NO₃)

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); normalmente no es peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO₂); en niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los bebés azules”. Aunque los niveles de nitratos que afectan a los bebés no son peligrosos para niños mayores y adultos

Se puede observar en la figura 14, la comunidad de El Jute I presentó niveles altos de concentración en el último muestreo, debido a la presencia de compuestos nitrogenados dentro del agua, pero a pesar de haberse incrementado las concentraciones estas se encuentran abajo del límite máximo permisible (LMP), de las normas COGUANOR NGO 29 001 haciéndola apta para consumo humano. Mientras que en la comunidad de Eben Ezer, a finales de invierno las concentraciones de Nitrato se elevaron, pero estas se encuentran arriba del límite máximo permisible (LMP) esto se debió a que las personas encargadas de este pozo de captación de agua de lluvia, no lo cubrieron, y este contaminó haciéndola no apta para el consumo.

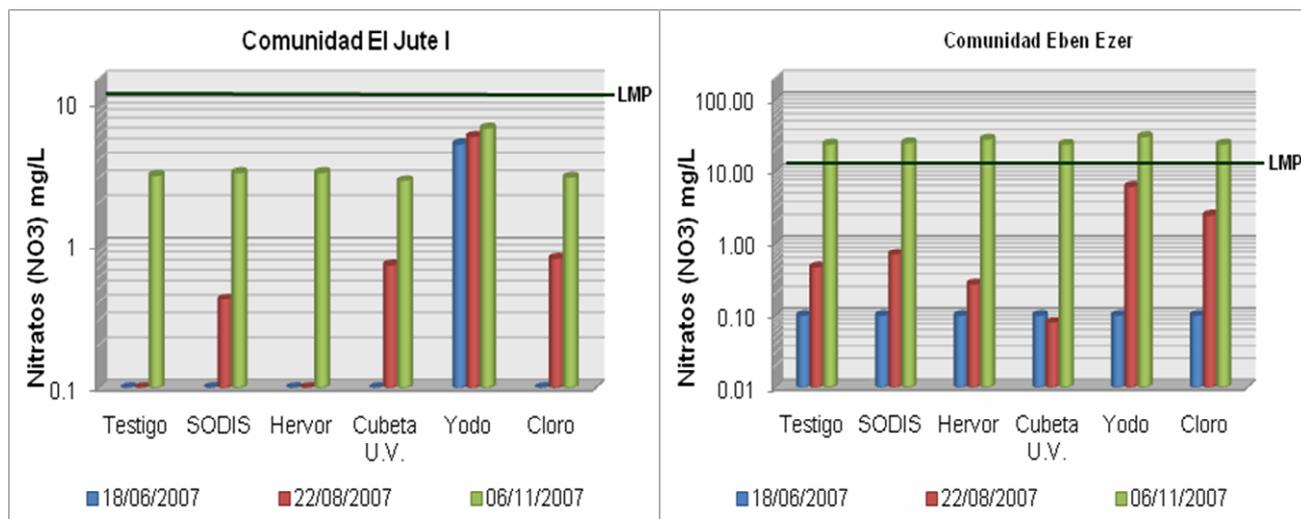


Figura 2.16 Comportamiento de los Nitritos (NO_3) en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

C. Hierro Total (Fe)

Según Lenntech (2007) es un elemento químico, su símbolo es Fe, su número atómico es 26 y su peso atómico es 55.847. Es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada. En altas concentraciones puede provocar conjuntivitis (inflamación de la conjuntiva ocular), coriorretinitis (inflamación de la coroidis y la retina del ojo), y retinitis (inflación de la retina) si contacta con los tejidos y permanece en ellos.

Como se puede observar en la figura 15, en ambas comunidades los dos primeros muestreos el recuento de hierro total fue de 0.05 mg/L; pero a finales de invierno este aumento se debió a la presencia de minerales dentro de los tanques provenientes de sedimentos ricos en hierro. Pero a pesar de su aumento en la concentración de este elemento se encuentra entre los límites recomendados por la norma COGUANOR NGO 29 2001.

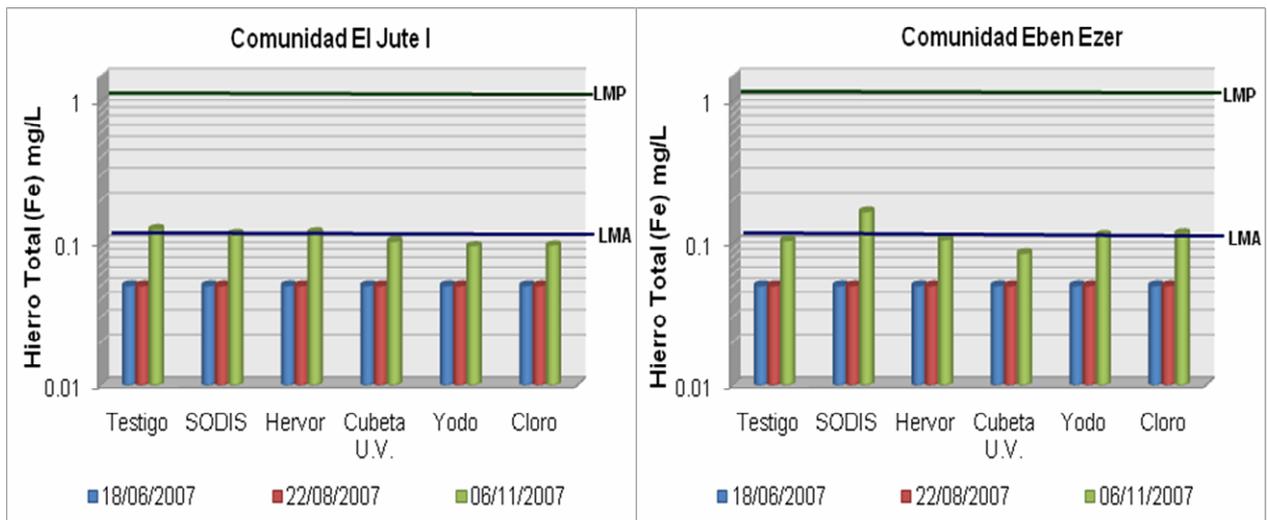


Figura 2.17 Comportamiento del Hierro Total (Fe) en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

D. Calcio (Ca)

Según Lenntech (2007), es un metal alcalinotérreo blando, maleable y dúctil; es el quinto elemento en abundancia en la corteza terrestre (3,6% en peso) pero no se encuentra en estado nativo sino formando compuestos con gran interés industrial; reacciona violentamente con el agua para formar el hidróxido $\text{Ca}(\text{OH})_2$ desprendiendo hidrógeno. El uso de más de 2,5 gramos de calcio por día sin una indicación médica puede llevar al desarrollo de cálculos renales, esclerosis (endurecimiento de los tejidos) y problemas en los vasos sanguíneos.

Se observa en la figura 16, que en la comunidad de El Jute I, la concentración de calcio va aumentando según avanzó el invierno, esto se debió a que el calcio que posee la mezcla de cemento con la que se recubrió el tanque, se va liberando; y como este no posee un repellado fino, la mezcla de cemento esta en contacto directo con el agua. Pero a finales de invierno este aumenta significativamente, debido a las condiciones del tanque mencionadas anteriormente; también se puede observar que en cada uno de los métodos, este cambio es debido a la inserción de compuestos externos que pueden incrementar el calcio dentro del agua purificada, como es el cloro, y algunos elementos que reaccionan con la luz formando compuestos ricos en calcio.

En el caso de la comunidad de Eben Ezer, se observa que la concentración de calcio va disminuyendo conforme va avanzando el invierno, esto se debe al repello fino que posee el

tanque, no incrementa la concentración de calcio al agua, pero en cada uno de los métodos de purificación este varía debido a las reacciones que suceden al contacto con el calor o con la luz.

Pero en ambos casos las concentraciones de calcio dentro del agua no resultan dañinas para la salud, ya que se encuentra debajo de los límites máximos aceptables (LMA), según las normas COGUANOR NGO 29 2001.

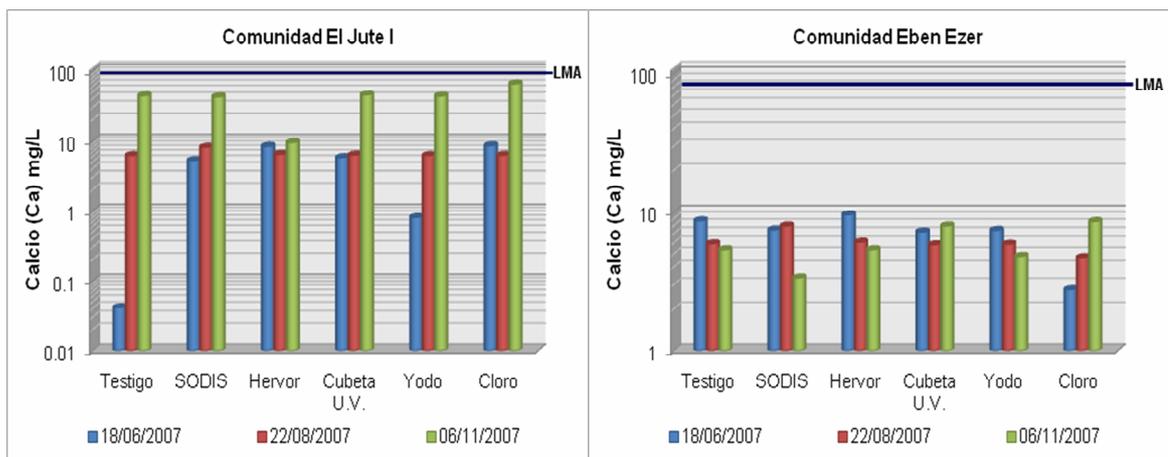


Figura 2.18 Comportamiento del calcio en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

E. Magnesio (Mg)

Según Lenntech (2007), es un elemento metálico, blanco plateado, relativamente no reactivo; es un metal alcalinotérreo; es el séptimo elemento en abundancia constituyendo el 2% en la corteza terrestre y el tercero más abundante disuelto en el agua de mar, además es esencial para todas las células vivas; y reacciona con agua a temperatura ambiente.

Como se puede observar en la figura 17, en ambas comunidades hasta mediados de invierno los niveles de magnesio se mantuvieron bajos, pero a finales este se incremento significativamente debido a presencia de minerales y rocas ricos en magnesio dentro del agua.

Sin embargo, a finales de invierno la concentración de magnesio aumento significativamente esta se encuentra dentro los rangos permisibles para el agua potable según las normar COGUANOR NGO 29 2001.

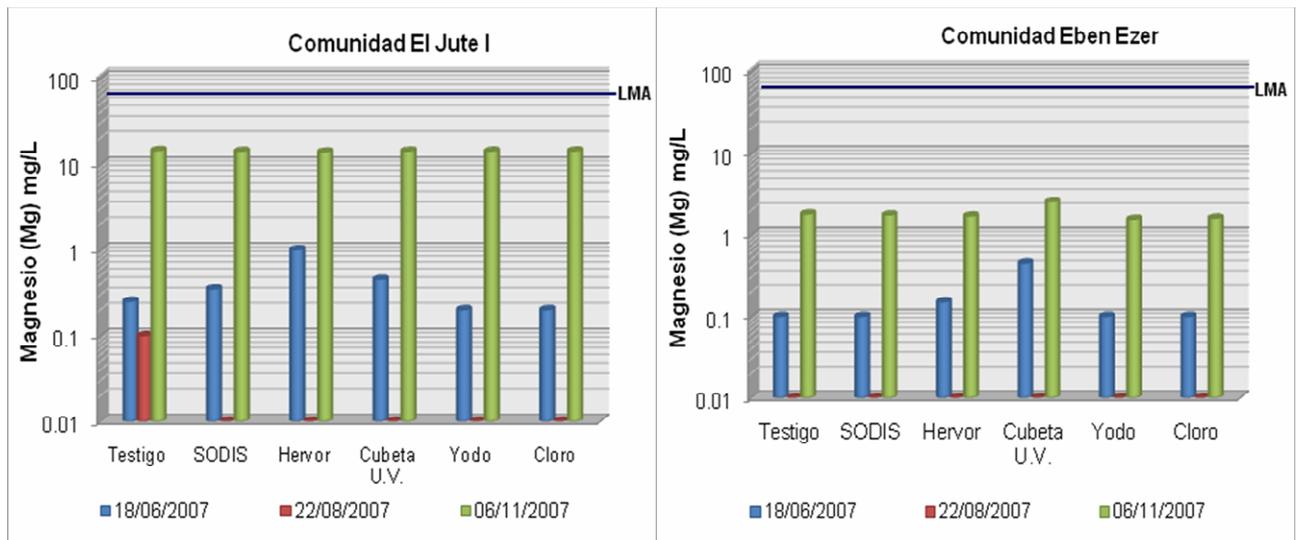


Figura 2.19 Comportamiento del magnesio en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

F. Dureza (CaCO_3)

Según Lenntech (2007), la dureza del agua se define como la suma de las concentraciones de calcio, expresadas como CaCO_3 en mg/L. Al igual que el calcio el tomar agua con altas concentraciones puede producir cálculos renales.

Se puede observar en la figura 18 que la dureza del agua en el caso de la comunidad de El Jute I conforme va avanzando el invierno, va aumentando, esto se debe a las concentraciones de calcio y magnesio presentes en el material de revestimiento del pozo, además de las sales que se van incrementando por causas externas, haciendo que los carbonatos de calcio y magnesio se mezclen con el agua, aumentando de esta manera la mineralización del agua.

En el caso de la comunidad de Eben Ezer, las concentraciones de calcio y magnesio van variando durante todo el muestro, debido a las diferentes concentraciones de los carbonatos, dentro del agua, ya que existe una variación en la disolución de rocas y minerales, por lo que en el agua se encuentra más mineral disuelto.

Aunque en ambos casos la dureza (CaCO_3) cambia, según la época de muestro y la aplicación de cada método de purificación, los rangos de concentración se encuentran dentro de los límites permitidos por la norma COGUANOR NGO 29 2001 para el consumo de agua potable.

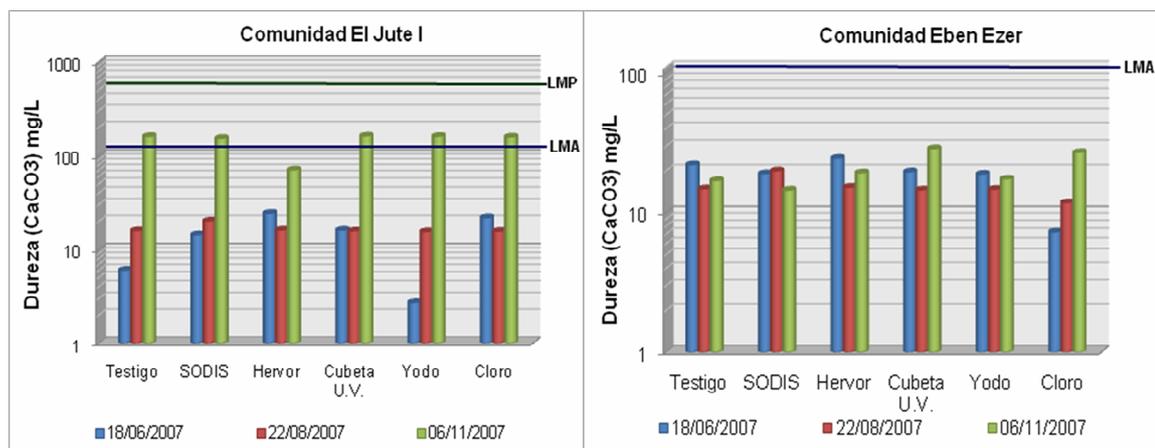


Figura 2.20 Comportamiento de la dureza en los cinco métodos de purificación de agua en las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, B. V.

2.6.1.4 Análisis de Eficacia

Cuadro 2.14 Análisis Comparativo de eficacia

Metodología	Resultados					
	Bacteriológico		Físico		Químico	
	El Jute I	Eben Ezer	El Jute I	Eben Ezer	El Jute I	Eben Ezer
Testigo	NA	NA	A	NA	A	A
SODIS	NA	NA	A	NA	A	A
Cubeta U.V.	A	A	A	NA	A	A
Hervor	A	NA	A	NA	A	A
Cloración	A	A	A	NA	A	A
Yodo	A	A	A	NA	A	A

A = Apto

NA = No Apto

Como se puede observar en el cuadro anterior los métodos que fueron eficaces en la comunidad El Jute I son los Cubeta U.V., Hervor, Cloro y Yodo. Mientras que en la comunidad de Eben Ezer, ningunos de los métodos purificó, debido a los parámetros físicos, en donde más de algunos de ellos se encontraba arriba de los límites máximos permisibles (LMP), de las normas COGUANOR NGO 29 2001.

Esto se debe a las condiciones de cada uno de los tanques, ya que se pueden presentar condiciones fuera del control, al no estar protegido o adecuadamente protegidos, por lo que son un foco fácil de contaminación por agentes externos como el polvo, hojas, ramas, huevos y larvas de insectos, así como la contaminación hecha por el humano (basura orgánica e inorgánica, heces fecales por mala manipulación de los tanques, introducción de detergentes, etc.), con químicos transportados por el aire y por las bombas de fumigación; haciendo que la calidad del agua se deteriore y no sea útil para el consumo humano.

2.6.2 Resultados de Eficiencia

2.6.2.1 Aceptabilidad de los Métodos de Purificación

A. Opiniones sobre los diferentes métodos de purificación

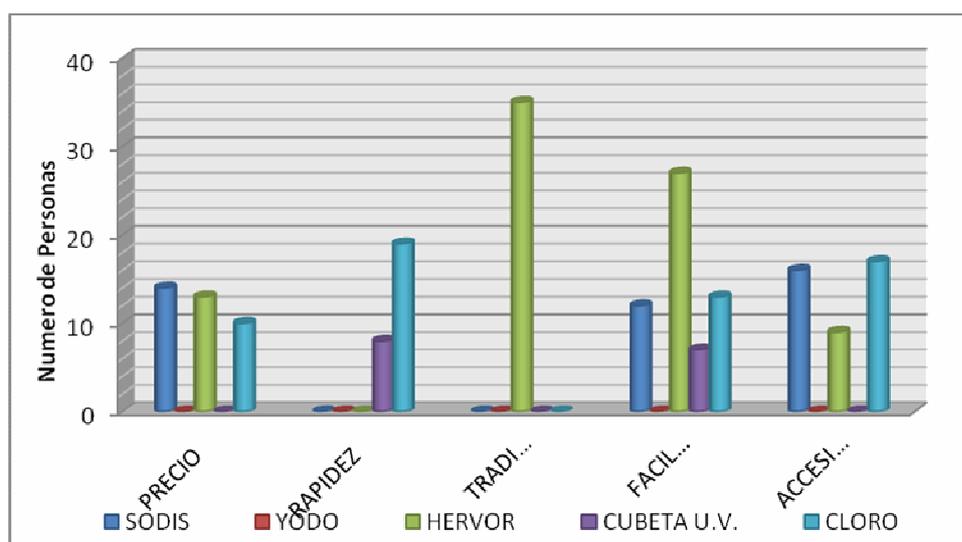


Figura 2.21 Número de personas entrevistadas y sus opiniones sobre los métodos de purificación de agua

La gráfica anterior muestra las diferentes opiniones sobre cada uno de los métodos de purificación de agua, la cual se obtuvo al entrevistar a 200 personas, de las comunidades de El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, Baja Verapaz.

La mayoría de personas entrevistadas indicaron que el método de purificación, lo aplican por tradición, debido a que es un método enseñado y transmitido oralmente de generación en generación; y el de purificación por medio del cloro, algunas personas les gusta aplicarlo por la

rápida purificación del agua (30 minutos), fácil aplicación y porque pueden encontrarlo en las tiendas de su comunidad. En cuanto al sistema de purificación con yodo, ninguna persona conoce este método y no le presta ningún interés para aplicar en sus hogares, además de su poca accesibilidad en las comunidades

B. Método de purificación más aceptado

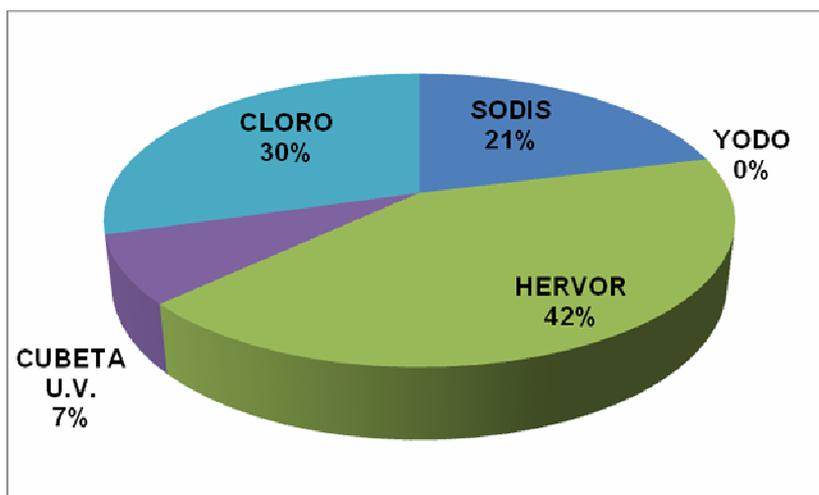


Figura 2.22 Porcentaje de Aceptación de los cinco métodos de Purificación de Agua

Como se puede observar en la gráfica anterior, los métodos de purificación más aceptados según porcentaje son: 1. hervor; 2. cloro; 3. SODIS, 4. Cubeta U.V. y 5. Yodo.

Esto se debe a que las personas no se han capacitado adecuadamente en los otros métodos de purificación que existen; aparte de eso, con respecto a la utilización del cloro no les gusta utilizarlo debido al sabor y olor característico que deja en el agua; en lo que se refiere al método SODIS, algunas de las personas ya lo han aplicado en sus hogares, ya que algunos de los hombres de familia hacen trabajos en el área costera del país (Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla), en donde las condiciones climáticas permiten que este sistema purifica en seis horas. En cuanto a la Cubeta UV, algunas personas les interesó este sistema, el cual es el más rápido, ya que este purifica tres litros por minuto, haciendo que ahorren tiempo y leña en la purificación del agua, pero tiene el inconveniente de que en las comunidades del Jute I y Eben Ezer no poseen energía eléctrica. En cuanto al método de yodar el agua a ninguna de las personas les interesó este sistema debido a las desventajas que posee en cuanto a la salud humana, y debido a que la mayoría de las familias poseen niños pequeños.

2.6.2.2 Relación Precio y tiempo de los métodos de purificación de agua

Cuadro 2.15 Tabla de Precio y Tiempo de los métodos de purificación de agua

Método	Precio por litro de agua purificada	Tiempo de Purificación	Observaciones
Físicos			
Ebullición	Q.0.90	1L/10 min	El tiempo de purificación de un litro de agua es el mismo que el de diez litros, debido a que el tiempo que realmente se toma es a partir del momento en que inicia la ebullición.
SODIS	No tiene precio porque es un material reciclado	3 L/12 a 72 hr	El tiempo de exposición solar depende de la altitud y las condiciones climáticas que se tengan en la comunidad. No importando la capacidad del envase plástico el tiempo de exposición solar será el mismo.
Cubeta U.V.	Q.0.0003	1 L/20 seg.	Este método tiene la desventaja de que solo en comunidades con luz eléctrica puede utilizarse.
Químicos			
Cloro	Q.0.001	1 L/30 min	El tiempo para purificar un litro es el mismo que para purificar diez, pero la dosificación varia.
Tintura de Yodo al 2%	Q0.07	1 L/30 min	El tiempo para purificar un litro es el mismo que para purificar diez, pero la dosificación varia.

2.6.2.3 Ventajas y Desventajas de los cinco métodos de purificación de agua

A. SODIS

A1. Ventajas

- El envase no representa ningún costo a los pobladores, ya que es material de reciclaje.
- Los niños pueden emplear este método, sin la ayuda de un adulto.
- No cambia el sabor del agua.
- Elimina la E. coli efectivamente.
- Ayuda al reciclaje de botellas plásticas.

- No necesita químicos para purificar el agua.

A2. Desventajas

- Debido a las condiciones climáticas del municipio de Purulhá, este método en época de invierno no elimina las coliformes totales.
- Cambia las propiedades físicas y químicas del agua.
- Solo cierto tipo de botellas desechables se pueden utilizar.
- Es difícil dejar las botellas libres de burbujas de aire.

B. CUBETA U.V.

B1. Ventajas

- La purificación del agua es inmediata.
- No cambia el sabor del agua.
- Elimina la E. coli efectivamente.
- Es de fácil aplicación.
- No necesita químicos para purificar el agua.

B2. Desventajas

- En las comunidades donde no existe energía eléctrica no se puede utilizar.
- El precio de la cubeta es elevado para los pobladores.
- No hay una empresa en Guatemala que las fabrique, sino que hay que traerlas de México.
- Cambia las propiedades físicas y químicas del agua.
- La recámara de desinfección es de material muy frágil.

C. Ebullición

C1. Ventajas

- Es de fácil aplicación
- Elimina la E. coli efectivamente.
- Es relativamente económico en cuanto a su costo de aplicación.
- No necesita químicos para purificar el agua.

C2. Desventajas

- Cambia las propiedades físicas y químicas del agua.
- Las mujeres de las comunidades no le dan el tiempo necesario para la purificación.
- Representa un gasto extra de leña.
- Tarda aproximadamente 90 min. en tener agua purificada (esto se refiere al tiempo que tarda en llegar a punto de ebullición, en que ebulle, y en que se enfría el agua.)
- Contribuye a la tala ilegal de madera para la obtención de leña.
- Debido al humo que emanan las polletones pueden producir enfermedades respiratorias y pulmonares.

D. Cloro

D1. Ventajas

- Posee un efecto residual de largo plazo.
- Es económico
- Elimina coliformes totales y E. coli del agua.
- En las tiendas de las comunidades se puede adquirir.
- En 30 minutos se tiene agua purificada.

D2. Desventajas

- Cambia las propiedades físicas y químicas del agua.
- Las mujeres de las comunidades no saben aplicarlo adecuadamente.
- Les cuesta a los pobladores utilizar el gotero, para dosificar adecuadamente.
- Poca aceptación de la gente.

E. Yodo

E1. Ventajas

- Elimina coliformes totales y E. coli
- En 30 minutos se tiene agua purificada

E2. Desventajas

- No es accesible para su adquisición.
- No se puede usar por un periodo largo.
- Cambia las propiedades físicas y químicas del agua.
- A los pobladores les cuesta manipular el gotero.

2.7 CONCLUSIONES

- El método de cloración presentó las mejores características de purificación de agua, en cuanto a su análisis físico, químico, bacteriológico, precio y tiempo de purificación.
- Los parámetros de las características físicas y químicas de las muestras testigos de las comunidades Eben Ezer y El Jute I, se encontraron dentro de límites máximos permisibles (LMP) según la norma COGUANOR 29 001; solamente a finales de invierno se observó que los nitratos se elevaron significativamente debido a condiciones fuera de control en los pozos de captación.

Las características bacteriológicas que presentaron las muestras testigo fueron: que en la comunidad El Jute I, según va avanzando el invierno, la población bacteriana va disminuyendo; pero en la comunidad de Eben Ezer estas van aumentando; estas variaciones se debieron a factores externos fuera de control. Además se puede observar que el primer pozo no hay presencia de *E. coli*, mientras que el segundo ésta va aumentando, por lo que nos indica que existe contaminación con heces fecales, haciéndola no apta para consumo humano.

- Los métodos más eficaces, para los pobladores de las comunidades Eben Ezer y El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, fueron el de Cloro y Yodo, debido a sus propiedades bactericidas, además no alteran significativamente las propiedades físicas y químicas del agua. Tomando en cuenta también que fueron los únicos métodos que se mantuvieron constantes en cuanto al poder de purificación, durante los tres muestreo.

El método más económico y que consume menor tiempo en purificar un litro de agua fue la cubeta U.V. con un precio de Q.0.0003/20 seg.

- Las ventajas y desventajas que se encontraron en cada uno de los métodos de purificación fueron las siguientes: A. SODIS su ventaja principal es que los niños lo pueden aplicar, pero su desventaja es que depende mucho de las condiciones climáticas; B. Cubeta U.V., su ventaja es que purifica en 20 segundas un litro de agua, pero su desventaja es que en las mayoría de comunidades no hay energía eléctrica para su uso; C. Hervor, su ventaja es su

fácil aplicación, y su desventaja es que las mujeres no le dan el tiempo necesario para poder matar los virus y bacterias presentes en el agua; D. Cloro, su ventaja es su fácil adquisición en las tiendas de las comunidades, y su desventaja es que las mujeres no saben aplicarlo adecuadamente; E. Yodo, su ventaja es que elimina las coliformes totales y la E. coli, pero su desventaja es no se puede utilizar en un tiempo prolongado.

- El método mas aceptado por las mujeres de las comunidades Eben Ezer y El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, fue el hervir el agua, debido a que es una costumbre para ellas utilizarlo, ya que su madre y sus abuelas lo han aplicado.

2.8 RECOMENDACIONES

- Los pozos de captación de agua de lluvia, se deben de sellar completamente, haciéndolos tipo cisterna o en su lugar utilizar tanques de plástico vertical para evitar accidentes con los niños, así como la contaminación con basura, insectos, animales y polvo arrastrado por el viento y evitar la formación de sedimentos y lograr conservar el agua de calidad para consumo humano en época seca.
- Impartir cursos y talleres sobre los métodos de purificación de agua que pueden ser utilizados en época de verano, siendo estos: hervor, cloro y SODIS; y en época de lluvia, cloro y hervor. Debido a que en las comunidades no existe energía eléctrica no se puede introducir la cubeta U.V. La capacitación es necesaria, para que las mujeres apliquen adecuadamente las diferentes metodologías, y además los materiales que se utilizan, son de fácil acceso en las comunidades rurales.
- Se debe hacer un estudio sobre las características físicas, químicas y bacteriologías del agua de los pozos artesanales en época seca; para determinar si este sistema es adecuado para almacenar agua para consumo humano en esta época.
- Es necesario continuar esta investigación en las comunidades que utilizan este mismo sistema de captación de agua de lluvia, para poder determinar sus características físico-químicas y bacteriológicas, y poder tener un rango de comparación entre las regiones que utilizan este sistema., además este estudio se debe hacer en las dos épocas del año (seca y lluviosa), para tener un estudio más amplio y determinar si este sistema puede solventar las necesidades de agua de las familias, tanto para consumo humano, así como para el regadío de cultivos.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. ACNUR, Gl. 1992. Manual del agua para situaciones con refugiados (en línea). Ginebra. Consultado 16 mayo 2007. Disponible en: <http://www.acnur.org/biblioteca/pdf/1664.pdf>
2. Águila Rubín, M. 2005. SODIS el agua embotellada por los pobres (en línea). Suiza, Swissinfo. Consultado 28 feb 2007. Disponible en: http://www.swissinfo.org/spa/reportajes/detail/SODIS_el_agua_embotellada_por_los_pobres.html?siteSect=108&sid=5559718&cKey=1109351373000
3. Benson Institute, US. 2004. Purificación de agua en el hogar (en línea). Utah, Estados Unidos. Consultado 28 feb 2007. Disponible en: <http://benso.byu.edu/Publication/Lessons/SP/SaludFamiliar/Agua.asp>
4. Centro virtual de información del agua, MX. s.f. Purificación del agua (en línea). México. Consultado 26 feb 2007. Disponible en: http://www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=19838_208&ID2=DO_TOPIC
5. Cooperative Extension Service Institute of Food and Agricultural Sciences, US. 1998. After of disaster (en línea). Miami, Estados Unidos. Consultado 28 feb 2007. Disponible en: <http://disaster.ifas.ufl.edu/PDFS/CHAP04/D04-11S.PDF>
6. Creative Commons, US. 2006. Contaminación y purificación del agua (en línea). Consultado 27 feb 2007. Disponible en: <http://contaminacion-purificacion-agua.blogspot.com/2005/09/purificacion-de-agua-por-rayos.html>
7. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. Department of Health, US. 2007. Preparación y respuesta emergencias de salud publica (en línea). Washington, Estados Unidos. Consultado 1 mar 2007. Disponible en: http://static.doh.wa.gov/phepr/handbook/spanish_html/purify_span.htm
9. Ecoagua, CL. s.f. Agua el liquido elemental (en línea). Chile. Consultado 2 mar 2007. Disponible en: <http://educasitios.educ.ar/grupo068/?q=node/102>
10. Excel Water Technologies, US. 2002. Desinfección por ultra violeta (en línea). Estados Unidos. Consultado 02 mar 2007. Disponible en: http://www.excelwater.com/spa/b2c/water_tech_3.php?WL_Session=841f26447c2fe89eee1c72e2646e01a0
11. Garoz, B. 2005. Programa de estudios para el desarrollo rural: aportes a la definición e impulso de una estrategia de transformación y desarrollo en el área rural de Guatemala CONGCOOP (Coordinación de ONG y Cooperativa). Guatemala, Magna Terra Editores. 182 p.
12. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976 Mapa de regiones fisiográficas de la república de Guatemala. Guatemala. Esc: 1:1,000,000. Color.

13. _____. 1980. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1, 000,000. Color.
14. _____. 1982. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1, 000,000. Color.
15. IIA (USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas, GT). 1991. Guía para la elaboración del informe final de tesis. Guatemala. 10 p.
16. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI censo de población, VI de habitación. Guatemala. 271 p.
17. InfoAgro, ES. 2007. Concepto de pH e importancia en fertirrigación (en línea). España. Consultado 2 ene 2008. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/pH_suelo.htm
18. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2007. Estaciones sinópticas (en línea). Guatemala. Consultado 21 mar 2007. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/>
19. Lenntech, NL. 2007. Subproductos de la desinfección (en línea). Holanda. Consultado 2 mar 2007. Disponible en: <http://www.lenntech.com/espanol/Desinfeccion-del-agua/desinfectantes-subproductos.htm>
20. López, G; Bunch, R. 2001. Cosechamiento de agua a través de pequeños pozos. 2 ed. Tegucigalpa, Honduras. 17 p.
21. Meierhofer, R; Wegelin, M. 2003. Desinfección solar del agua (en línea). Trad. Traductores Asociados S.A.C. Chile. Consultado 1 mar 2007. Disponible en: http://www.sodis.ch/files/SODIS_Manual_sp.pdf
22. MINECO (Ministerio de Economía, GT); COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas, GT). 2000. Norma NGO 29 001 agua potable. Guatemala. 14 p.
23. Ortega, MJ. 2007. Trabajo de graduación realizado en Rabinal y Purulhá, Baja Verapaz y Chisec, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, FAUSAC. 195 p.
24. Portal del mantenimiento industrial, US. s.f. Tratamiento del agua con luz ultravioleta (en línea). Consultado 27 feb 2007. Disponible en: <http://www.solomantenimiento.com/articulos/tratamiento-agua-ultravioleta.htm>
25. Química, MX. 2005. Métodos de purificación de agua (en línea). México. Consultado 26 feb 2007. Disponible en: http://www.quimika.com/materias/ingenieria_ambiental/met_purif_agua.htm
26. Scout, CL. 2005. Manual web Scout (en línea). Chile. Consultado 15 mayo 2007. Disponible en: <http://www.manualscout.cl/ficha-082.htm>
27. Sociedad de Historia Natural Niparajá, MX. 2007. Cubeta UV (en línea). La Paz, México. Consultado 15 jul 2007. Disponible en: <http://www.niparaja.org/cubetauv>

28. Tratamiento natural del agua, ES. s.f. Purificadores de agua por ultra violeta (en línea). Girona, España. Consultado 2 mar 2007. Disponible en: http://www.arrakis.es/~aguanatural/f_uv.htm
29. Water Use and Conservation Bureau, US. s.f. Guía para la persona educada de cómo cosechar agua de lluvia (en línea). New México, Estados Unidos. Consultado 28 mar 2007. Disponible en: <http://www.ose.state.nm.us/water-info/conservation/pdf-manuals/RainwaterHarvesting-Spanish.pdf>
30. Weast, R. 1975. Handbook of chemistry and physics. 56 ed. Cleveland, Ohio, US, CRC Press. 2361 p.
31. Wegelin, M. 1999. Síntesis de la conferencia de SODIS (en línea). Trad. CF Dierolf. Suiza. Consultado 27 feb 2007. Disponible en: <http://www.sodis.ch/Text2002/T-emailConferencia-span.htm>

2.10 ABREVIATURAS Y SIGLAS UTILIZADAS EN EL INFORME

%:	Porcentaje
°C:	Centígrados o grados Celsius
°N:	Grados norte
°S:	Grados sur
ADN:	Acido desoxirribonucleico
ARN:	Acido ribonucleico
B.V.:	Departamento de Baja Verapaz
cm:	Centímetro
ha:	Hectárea
Hervor:	Dícese de la acción de hervir un liquido.
INE:	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH:	Instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología
Km:	Kilómetro
L:	Litro
LMA:	Limite máximo aceptable
LMP:	Limite máximo permisible
m²:	metros cuadrados
m³:	metros cúbicos
mg/L:	miligramo por litro
min.:	minuto
ml:	mililitro
mm:	milímetro
nm:	nanómetro
NMP:	Número más probable
Pet:	Polietileno
pH:	Potencial de hidrógeno
ppm:	Partes por millón
SODIS:	Solar Disinfection System (Sistema de desinfección solar)
U.V.	Ultra Violeta
U:	Unidades de color en escala de platino-cobalto
um:	Micro molds

Unidades Pt-Co: Unidades de color verdadero en la escala

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad

UV-A: Radiación ultravioleta de longitud de onda de 320-400 nm

V: Voltios

W/m: watt/metro

μs: Micro Simmens

2.11 ANEXOS

Anexo 2.2 Encuesta

Con esta serie de preguntas se pretende determinar cual de las cinco metodologías enseñadas a las pobladoras de las comunidades prefieren usar en sus hogares para purificar el agua para su consumo.

1. ¿Cuál de los cinco métodos purificadores prefiere usted usar en su hogar?

SODIS_____ Cubeta U.V._____ Ebullición_____

Cloración_____ Yodo_____

2. ¿Por qué?

- i. Por su precio_____
- ii. Por su rapidez_____
- iii. Por tradición_____
- iv. Por su fácil aplicación_____
- v. Por su accesibilidad_____

2.11.2 Resultados de Laboratorio

Cuadro 2.16A Análisis Bacteriológico del 18 de junio del 2007

Método de Purificación		Coliformes Totales	E. Coli
El Jute I	Testigo	3.4×10^2 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	SODIS	$> 2.4 \times 10^3$ NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Hervor	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cubeta U.V.	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Yodo	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cloro	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
Eben Ezer	Testigo	7.5 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	SODIS	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Hervor	$> 2.4 \times 10^3$ NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cubeta U.V.	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Yodo	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cloro	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml

Cuadro 2.17A Análisis Físico del 18 de junio del 2007

Método de Purificación		Olor	pH	Conductividad Eléctrica (uS/cm)	Turbiedad (UNT)	Color (Unidades Pt-Co)
El Jute I	Testigo	No Rechazable	7.73	45.20	3.70	4.00
	SODIS	No Rechazable	7.85	49.10	3.70	0.00
	Hervor	No Rechazable	8.13	48.70	4.60	18.00
	Cubeta U.V.	No Rechazable	7.68	41.40	3.60	0.00
	Yodo	No Rechazable	7.72	43.80	5.60	0.00
	Cloro	No Rechazable	8.09	61.30	4.60	0.00
Eben Ezer	Testigo	No Rechazable	9.12	57.20	7.10	0.00
	SODIS	No Rechazable	9.09	68.10	10.70	0.00
	Hervor	No Rechazable	9.13	73.60	6.20	0.00
	Cubeta U.V.	No Rechazable	8.76	58.20	7.50	0.00
	Yodo	No Rechazable	9.26	58.30	5.80	0.00
	Cloro	No Rechazable	9.36	75.00	6.20	0.00

Cuadro 2.18A Análisis Químico del 18 de junio del 2007

Método de Purificación		Nitritos (NO ₂) mg/L	Nitratos (NO ₃) mg/L	Hierro Total (Fe) mg/L	Calcio (Ca) mg/L	Magnesio (Mg) mg/L	Dureza (CaCO ₃) mg/L
El Jute I	Testigo	< 0.07	< 0.1	< 0.05	0.041	0.25	6
	SODIS	< 0.07	< 0.10	< 0.05	5.2	0.35	14.23
	Hervor	< 0.07	< 0.1	< 0.05	8.3	1	24.25
	Cubeta U.V.	< 0.07	< 0.1	< 0.05	5.75	0.45	15.95
	Yodo	< 0.07	5.18	< 0.05	0.8	0.2	2.7
	Cloro	< 0.07	< 0.1	< 0.05	8.45	0.2	21.83
Eben Ezer	Testigo	< 0.07	< 0.1	< 0.05	8.65	0.1	21.98
	SODIS	< 0.07	< 0.1	< 0.05	7.45	0.1	18.98
	Hervor	< 0.07	< 0.1	< 0.05	9.55	0.15	24.4
	Cubeta U.V.	< 0.07	< 0.1	< 0.05	7.2	0.45	19.58
	Yodo	< 0.07	< 0.1	< 0.05	7.4	0.1	18.85
	Cloro	< 0.07	< 0.1	< 0.05	2.75	0.1	7.23

Cuadro 2.19A Análisis Bacteriológico del 22 de agosto del 2007

Método de Purificación		Coliformes Totales	E. Coli
El Jute I	Testigo	32 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	SODIS	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Hervor	68 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cubeta U.V.	> 2.4 x 10 ³ NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Yodo	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cloro	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
Eben Ezer	Testigo	10 NMP/100 ml	5 NMP/100 ml
	SODIS	8.7 X 10 ² NMP/ 100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Hervor	8 NMP/100 ML	< 1 NMP/100 ml
	Cubeta U.V.	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Yodo	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cloro	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml

Cuadro 2.20A Análisis Físico del 22 de agosto de 2007

Método de Purificación		Olor	pH	Conductividad Eléctrica (uS/cm)	Turbiedad (UNT)	Color (Unidades Pt-Co)
El Jute I	Testigo	No Rechazable	8.31	36.90	4.00	1.00
	SODIS	No Rechazable	8.51	44.60	4.60	0.00
	Hervor	No Rechazable	8.27	37.80	16.80	11.00
	Cubeta U.V.	No Rechazable	7.94	37.70	4.30	11.00
	Yodo	No Rechazable	7.81	37.80	3.70	0.00
	Cloro	No Rechazable	8.04	58.30	4.00	0.00
Eben Ezer	Testigo	No Rechazable	8.99	29.80	3.40	2.00
	SODIS	No Rechazable	9.01	38.50	3.30	5.00
	Hervor	No Rechazable	8.84	30.10	10.80	16.00
	Cubeta U.V.	No Rechazable	9.15	29.90	4.60	0.00
	Yodo	No Rechazable	9.10	31.10	4.30	0.00
	Cloro	No Rechazable	9.98	65.20	3.20	0.00

Cuadro 2.21A Análisis Químico del 22 de agosto de 2007

Método de Purificación		Nitritos (NO ₂) mg/L	Nitratos (NO ₃) mg/L	Hierro Total (Fe) mg/L	Calcio (Ca) mg/L	Magnesio (Mg) mg/L	Dureza (CaCO ₃) mg/L
El Jute I	Testigo	< 0.07	< 0.10	< 0.05	6.15	0.10	15.73
	SODIS	< 0.07	0.42	< 0.05	8.05	0.00	20.13
	Hervor	< 0.07	< 0.10	< 0.05	6.40	0.00	16.00
	Cubeta U.V.	< 0.07	0.73	< 0.05	6.25	0.00	15.63
	Yodo	< 0.07	5.82	< 0.05	6.15	0.00	15.38
	Cloro	< 0.07	0.81	< 0.05	6.20	0.00	15.50
Eben Ezer	Testigo	< 0.07	0.47	< 0.05	5.90	0.00	14.75
	SODIS	< 0.07	< 0.70	< 0.05	7.95	0.00	19.88
	Hervor	< 0.07	0.27	< 0.05	6.05	0.00	15.13
	Cubeta U.V.	< 0.07	0.08	< 0.05	5.80	0.00	14.50
	Yodo	< 0.07	6.12	< 0.05	5.85	0.00	14.63
	Cloro	< 0.07	2.46	< 0.05	4.70	0.00	11.75

Cuadro 2.22A Análisis Bacteriológico del 06 de noviembre de 2007

Método de Purificación		Coliformes Totales	E. Coli
El Jute I	Testigo	20 NMP/100 ml	1 NMP/100 ml
	SODIS	1.1×10^2 NMP/ 100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Hervor	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cubeta U.V.	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Yodo	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cloro	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
Eben Ezer	Testigo	$> 2.4 \times 10^3$ NMP/100 ml	8.7×10^2 NMP/100 ml
	SODIS	75 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Hervor	< 1 NMP/100 ML	< 1 NMP/100 ml
	Cubeta U.V.	18 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Yodo	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml
	Cloro	< 1 NMP/100 ml	< 1 NMP/100 ml

Cuadro 2.23A Análisis Físico del 06 de noviembre del 2007

Método de Purificación		Olor	pH	Conductividad Eléctrica (uS/cm)	Turbiedad (UNT)	Color (Unidades Pt-Co)
El Jute I	Testigo	No Rechazable	8.12	275	2.8	0
	SODIS	No Rechazable	8.00	274	1.2	0
	Hervor	No Rechazable	8.96	150	2.7	0
	Cubeta U.V.	No Rechazable	8.11	275	1.2	4
	Yodo	No Rechazable	8.14	275	2	0
	Cloro	No Rechazable	8.20	278	1.9	3
Eben Ezer	Testigo	No Rechazable	6.79	64.8	4.7	0
	SODIS	No Rechazable	6.68	61.1	4.9	2
	Hervor	No Rechazable	8.85	71.2	6.9	11
	Cubeta U.V.	No Rechazable	7.29	80.3	3.7	8
	Yodo	No Rechazable	6.73	66.6	6.6	6
	Cloro	No Rechazable	6.97	82	7.6	1

Cuadro 2.24A Análisis Químico del 06 de noviembre del 2007

Método de Purificación		Nitritos (NO ₂) mg/L	Nitratos (NO ₃) mg/L	Hierro Total (Fe) mg/L	Calcio (Ca) mg/L	Magnesio (Mg) mg/L	Dureza (CaCO ₃) mg/L
El Jute I	Testigo	< 0.07	3.12	0.124	44	14.3	159.48
	SODIS	< 0.07	3.26	0.115	24.25	14.05	154.24
	Hervor	< 0.07	3.27	0.118	9.10	13.75	70.72
	Cubeta U.V.	< 0.07	2.86	0.103	45.05	14.1	161.41
	Yodo	< 0.07	6.72	0.095	44.50	14.1	160.03
	Cloro	< 0.07	3.03	0.096	43.35	14.15	157.34
Eben Ezer	Testigo	< 0.07	23.83	0.104	5.35	1.8	19.6
	SODIS	< 0.07	24.80	0.166	3.35	1.75	14.44
	Hervor	< 0.07	27.74	0.106	5.35	1.7	19.26
	Cubeta U.V.	< 0.07	23.65	0.084	7.95	2.55	28.7
	Yodo	< 0.07	29.96	0.113	4.8	1.55	17.36
	Cloro	< 0.07	23.78	0.116	8.55	1.6	26.9

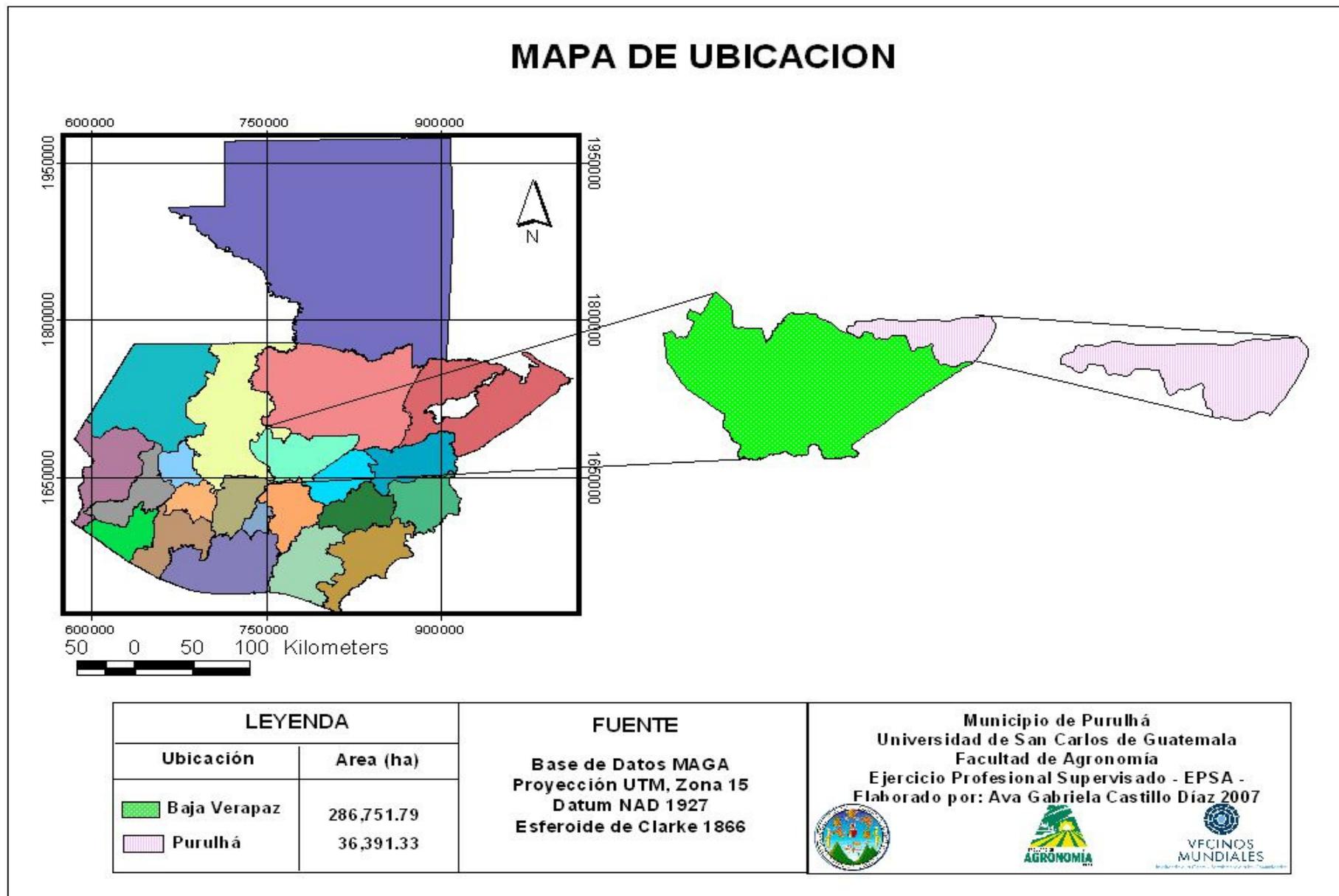


Figura 2.23A Mapa de Ubicación del Municipio de Purulhá, Baja Verapaz

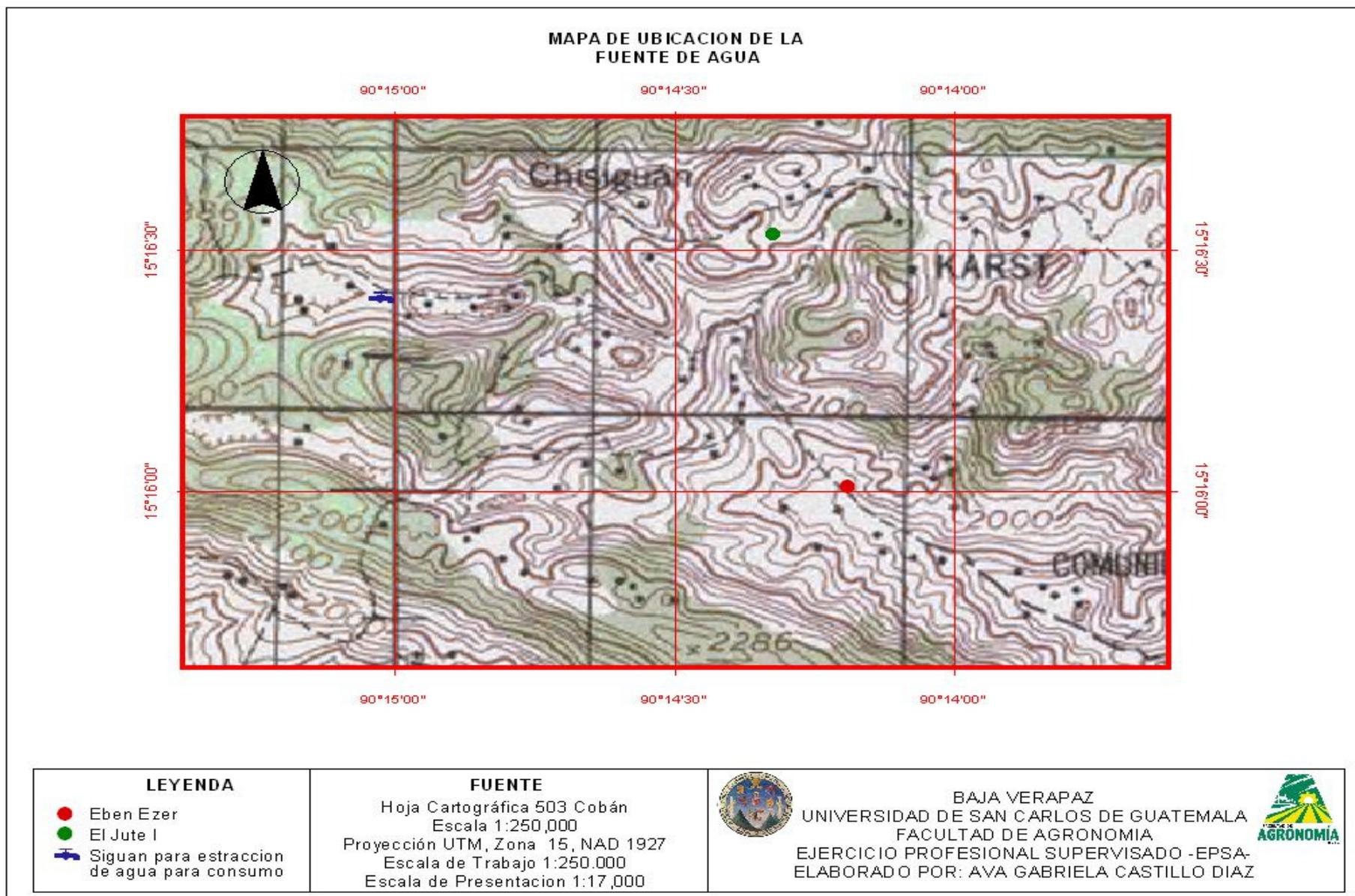
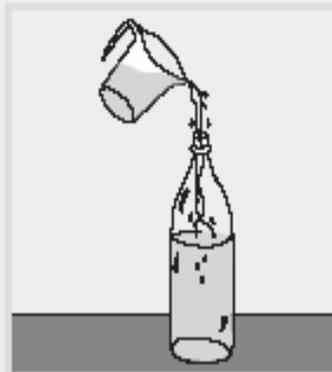


Figura 2.24A Mapa de ubicación de las comunidades Eben Ezer, El Jute I y la fuente de agua

Procedimiento para la Exposición



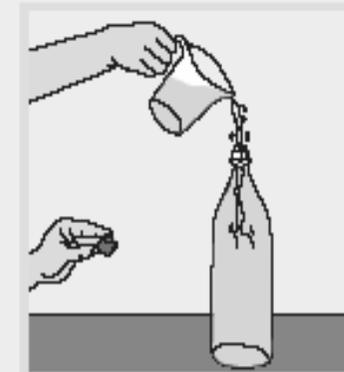
1. Lave bien la botella al usarla por primera vez.



2. Llene 3/4 de la botella con agua.



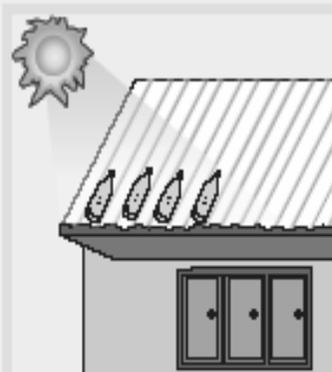
3. Agite la botella durante 20 segundos.



4. Ahora, llene la botella completamente y cierre la tapa.



5. Coloque la botella sobre una calamina.



6. O póngala en el techo o en un sitio de fácil acceso.

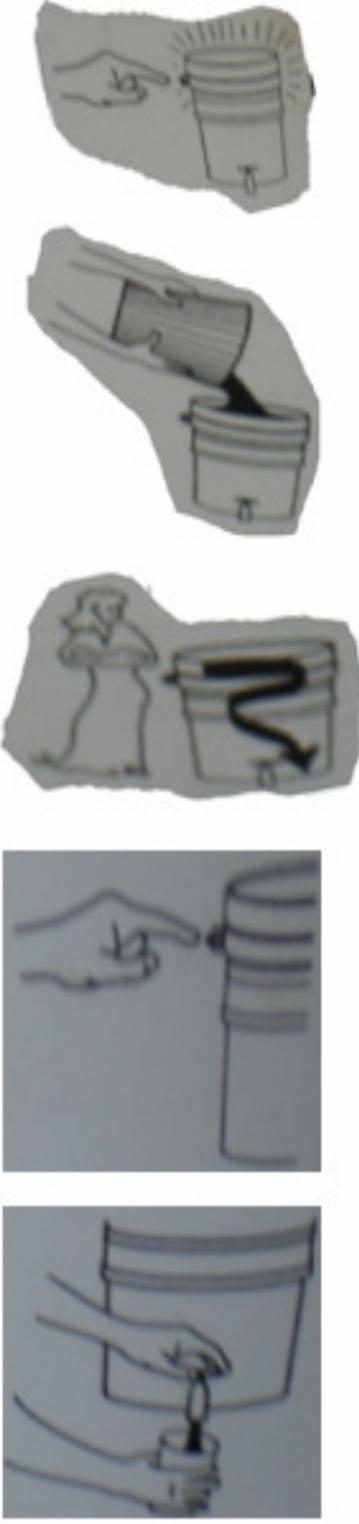


7. Exponga la botella al sol desde la mañana hasta la noche, por lo menos 6 horas.



8. Ahora, el agua está lista para su consumo después de haber enfriado.

Figura 2.25A Procedimiento de aplicación del sistema SODIS



Paso No. 1
Se enciende la lámpara UV

Paso No. 2
Se vierte el agua en la parte superior de la cubeta

Paso No. 3
Se deja circular el agua hasta el fondo de la cubeta para el sistema de rayos U.V. sea efectivo

Paso No. 4
Cuando ya no se escuche la caída del agua, se apaga la lámpara de Rayos U.V.

Paso No. 5
El agua esta lista para tomarse

Figura 2.26A Procedimiento de aplicación de la Cubeta U.V.

CAPITULO III

SERVICIOS REALIZADOS

3.1 PRESENTACIÓN

Vecinos Mundiales es una organización internacional de desarrollo que trabaja con comunidades remotas, marginadas y en áreas ecológicamente frágiles. Su propósito es fortalecer la capacidad de comunidades marginadas para satisfacer sus necesidades básicas para determinar y sostener un proceso de desarrollo equitativo e incluyente.

Tomando como base la estructura del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía –EPSA-, los servicios prestados a la organización Vecinos Mundiales, Proyecto Polochic fueron: seguimiento de proyectos realizados en las comunidades de Purulhá y Rabinal, Baja Verapaz, la construcción de pozos de captación de agua de lluvia, el establecimiento de un vivero de plantas medicinales y apoyo institucional, este último consistió en realizar trabajos de apoyo técnico y social de manera directa o indirecta, para ejecutar de una mejor manera los componentes de *MACRENA y Salud.

Uno de los servicios planificados que se presentará, forma parte de la construcción de la estrategia de intervención de Vecinos Mundiales en distintas comunidades del municipio de Purulhá, Baja Verapaz; el cual consiste en el desarrollo, capacitación y seguimiento de talleres de captación y cosecha de aguas de lluvia.

Por otro lado, el segundo servicio planificado, se realizó en la escuela de campo de la Asociación Qachuu aloom, en Rabinal, Baja Verapaz, el cual consistió en el establecimiento de un vivero de plantas medicinales.

El tercer servicio planificado, se realizó dentro de la organización de Vecinos Mundiales, el cual consistió en atender giras de estudiantes donde se dio a conocer las diferentes técnicas de conservación de suelo que se promueven; elaboración de mapas ubicando las comunidades donde la organización presta asistencia técnica.

Estas actividades se realizaron durante un periodo de 10 meses a partir del 1 de febrero al 19 de noviembre del año 2007. Este documento presenta los resultados obtenidos de las actividades realizadas durante el ejercicio profesional realizado en Vecinos Mundiales

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Purulhá, Baja Verapaz

3.2.1.1 Localización

Según la base de datos del MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007). el municipio de Purulhá se encuentra ubicado al nor-oeste del país, dentro del departamento de Baja Verapaz, se localiza entre las coordenadas latitud 15°14'04", longitud. 90°14'32".

A. Ubicación Político Administrativa

Según la Municipalidad de Purulhá, el municipio se encuentra en la región II Norte Central (Alta y Baja Verapaz). Tiene un área total de 248 km². y una altura desde 200 msnm en la parte más baja hasta 2300 msnm en la parte más alta.

B. Límites

El municipio de Purulhá colinda al norte con Tamahú (A. V.); al este con Panzós (B. V); al sur con Salamá (B.V.) y Zacapa; al oeste con San Miguel Chicaj y Tactic (A.V.).

3.2.1.2 Características Socioeconómicas

A. Población Total

Según el INE (2007), la población actual del municipio tiene un total de 33,336 habitantes según el XI Censo de Población y VI de Habitación.

B. Idiomas

Según el servicio de información Municipal, los Idiomas que se hablan son, Q'eqchi', en la parte alta y media del Municipio; Pocomchi', colindando con A.V. y en la parte sur del Municipio, Achí, colindando con San Miguel Chicaj, español en el área Urbana y en las Aldeas de Peña del Ángel y Panimá.

C. Producción Agrícola

Según Garoz (2005), la economía del Municipio se basa principalmente en la agricultura. Principalmente en los cultivos de café, cardamomo, maíz, frijol y caña de azúcar.

Cuadro 3.25 Producción de los principales granos por año-unidad

CAFÉ	CARDAMOMO	MAIZ	FRIJOL	CAÑA
8,023.92qq/mz cereza	18.40 qq/mz cereza	16 qq/mz	8 qq/mz	160 cargas/mz
2005.98 qq/mz Pergamino	6 qq/mz pergamino			

(Fuente: Garoz, 2005)

D. Ganadería

El Municipio cuenta con fincas ganaderas, donde se crían ejemplares como: Hólstein, Jersey y pura sangre Indubrazil, entre el ganado Equino hay de raza Peruana, Andaluz. Las principales fincas ganaderas son: Llano Largo, Santa Rosa, Pantin, Vista Hermosa, Patal, San Francisco, Villa Trinidad, Chicoy, Sulin, Cacajá, Pancajoc, Pancoc, Sinanjá. En varias de ellas mencionadas se ha incrementado la crianza también de Porcinos, de la raza Duroc-Jersey y Landras.

E. Artesanías

Desde tiempos precolombinos, los indígenas han practicado las pequeñas industrias, pues a la venida de los españoles, éstos encontraron, trajes formales, donde los propios tejían mantas y telas que eran usados en sus vestuarios y así como éstos, se han fabricado otros artículos con mucha maestría.

3.2.1.3 Características Biofísicas

A. Clima

Según el mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala, basado en el sistema de Thornthwaite, el área donde se localiza la comunidad posee un tipo de clima que muestra cierta correlación con la topografía el cual es Semi-seco Templado (CB').

B. Temperatura

Según el INSIVUMEH (2007), la temperatura es uno de los parámetros determinantes que, junto con la precipitación, caracteriza el clima de una región. La temperatura mínima de la región es de 7°C y la temperatura máxima es de 24°C.

C. Zonas De Vida

En el municipio se ubican cuatro zonas de vida según el Sistema de Clasificación de Holdridge y modificado por De la Cruz, las cuales son Bosque húmedo subtropical (templado) (bh-S (t)), Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) (bmh-S(c)), Bosque muy húmedo Subtropical (frío) (bmh-S (f)) y Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical (bp-MB).

D. Fisiográfica Y Geología

La geología del municipio de Purulhá, consiste principalmente de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias; del periodo cretácico, pérmico, terciario y jurásico.

Las características de la región es que poseen rocas metamórficas ultrabásicas, rocas plutónicas y metamórficas sin dividir, rocas del grupo Santa Rosa, con rocas de formación de Todos Santos y formación Chócal (carbonatos).

E. Unidades Fisiográficas y Geomorfología

Las unidades fisiográficas están definidas de acuerdo a la geomorfología y fisiografía del área. Los aspectos de fisiografía de la comunidad se describen de forma general a particular y se localizan dentro de la región fisiográfica Tierras Altas Sedimentarias.

3.2.2 Rabinal, Baja Verapaz

3.2.2.1 Localización

A. Ubicación

Según la base de datos del MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007), el municipio de Rabinal se encuentra ubicado al noroeste del país, dentro de municipio de Baja Verapaz, se localiza entre las coordenadas latitud 15°05'04", longitud. 90°29'32".

B. Ubicación Político Administrativa

Según la Municipalidad de Rabinal, el municipio de Rabinal se encuentra en la región II Norte Central (Alta y Baja Verapaz). Tiene un área total de 312.16 km², con una altura 800 msnm en la parte baja a 2200 msnm en la parte alta.

C. Limites

El municipio de Rabinal colinda al norte con Uspantán (Quiche.); al este con San Miguel Chicaj (B. V.); al sur con El Chol, Granados y Salamá (B. V.); al oeste con Cubulco (B. V.).

3.2.2.2 Características Socioeconómicas

A. Población Total

Según el INE (2007), la población que se encuentra dentro del municipio tiene un total de 31.168 habitantes según el XI Censo de Población y VI de Habitación

3.2.2.3 Características Biofísicas

A. Clima

Según el mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala, basado en el sistema de Thornthwaite, el área donde se localiza el municipio posee tres tipos de climas que muestran cierta correlación con la topografía. Hacia el norte el clima es Semi-seco Templado (BB'_2); y en una zona céntrica el clima es Semi-seco Cálido (CA'), clima cálido característico de la región y en la parte baja se encuentra un clima templado (CB').

B. Zonas De Vida

En el municipio de Rabinal se ubican cuatro zonas de vida según el Sistema de Clasificación de Holdridge y modificado por De la Cruz: Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), el Bosque húmedo Subtropical (templado) (bh-S(t)), Bosque muy húmedo Subtropical (frío) (bmh-s(f)) y Bosque seco Subtropical (Bs-S).

C. Fisiográfica Y Geología

La geología del municipio de Rabinal, consiste principalmente de rocas del periodo paleozoico siendo intrusivas, metamórficas, sedimentarias y carbonatadas y existen depósitos pomáceos del cuaternario.

D. Unidades Fisiográficas y Geomorfología

Las unidades fisiográficas están definidas de acuerdo a la geomorfología y fisiografía del área. Los aspectos de fisiografía del municipio se localizan dentro de la región fisiográfica Tierras Altas Cristalinas.

3.3 SERVICIO 1 Construcción de Pozos captadores de Agua de Lluvia en comunidades de Purulhá, Baja Verapaz

3.3.1 OBJETIVOS

3.3.1.1 General

Apoyar a las comunidades rurales de Purulhá, en la construcción de pozos captadores de agua de lluvia, para consumo humano y mini-riego.

3.3.1.2 Específicos

- Capacitar a las personas de cinco comunidades en la construcción de un sistema práctico y económico para la captación de agua de lluvia.
- Mejorar la disponibilidad de agua para riego de cultivos en época seca.
- Crear un sistema de captación de agua para consumo humano que sea eficiente para satisfacer las necesidades de la población.
- Elaborar folletos educativos-informativos sobre la construcción, mantenimiento y limpieza de pozos de captación de agua de lluvia.

3.3.2 METODOLOGÍA

La metodología se dividió en dos fases fundamentalmente:

3.3.2.1 Fase de Gabinete

- Revisión de información bibliográfica sobre la elaboración y construcción de pozos de captación de agua de lluvia.
- Presentación del proyecto a los líderes de las asociaciones en las cuales se prestó el apoyo técnico para la construcción de pozos.
- Elaboración de la planificación y del cronograma para la de construcción de pozos en las comunidades designadas por las asociaciones.

3.3.2.2 Fase de Campo

Esta se realizó en las comunidades Eben Ezer, El Jute I, El Jute II, Panimaquito, y Suquinay del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, con el fin de brindar apoyo técnico y mano de obra para la construcción de los pozos.

Para la construcción de los pozos se utilizó la siguiente metodología:

- Se delimitó un área de 3 x 2.5 x 1.5 metros con ayuda de una cinta métrica y rafia.
- Luego de delimitar se inició la excavación y extracción de la tierra utilizando palas y azadones.
- Se dejó un talud en las paredes de aproximadamente unos 30 cm.
- Con una varilla de hierro (mide 6 m de largo) y con la ayuda de una sierra para metal se cortaron 24 estacas de aproximadamente 10 cm. de largo, las cuales se colocaron en las esquinas y el centro de las cuatro paredes en la parte superior, media y baja.
- Se colocó el primer anillo de hierro en la parte superior del pozo, el segundo en la parte media y el tercero en el fondo del pozo y con alambre de amarre se sujetaron los anillos de hierro.

- Una vez puestos los anillos, se colocó la malla alrededor del interior del pozo, la cual se ajustó con alambre de amarre en varios puntos para que quedara ajustada.
- Se hizo una mezcla de cemento y arena en una proporción de 3:1 (40 paladas de arena por 1 saco de cemento).
- Con la mezcla, se procedió a repellar todas las paredes del pozo.
- En el fondo del pozo se hizo un petate de piedras de tamaño regular para que a la hora de fundirlo fuera más fácil y seguro.
- Se hizo la fundición del piso con la mezcla de igual proporción a la del repello.
- Finalmente se repelló y se fundió el piso y las paredes del pozo con una proporción de 1:1, y se dejó secar al aire libre por una semana.

3.3.3 Recursos

- 6 Varillas de hierro de 3/8
- 2 libras de alambre de amarre
- 5 sacos de cemento
- 6 sacos de arena de río
- 3 Piochas
- 3 Azadones
- 3 Palas
- 1 metro
- 1 almágana con su respectiva sierra
- 3 tenazas
- 6 cucharas de albañilería
- 3 planchas de albañilería
- Cámara Digital
- Nivel
- Rafia
- Recurso humano

3.3.4 RESULTADOS

3.3.4.1 Construcción de Pozos de Captación de agua de lluvia

Se construyeron cinco pozos de 11.25 m³ en las comunidades:

a. Eben Ezer



Figura 3.27 Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de Eben Ezer, Purulhá, B.V.

b. El Jute I



Figura 3.28 Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de El Jute I, Purulhá, B.V.

c. El Jute II



Figura 3.29 Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de El Jute II, Purulhá, B.V.

d. Panimaquito



Figura 3.30 Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de Panimaquito, Purulhá, B.V.

e.Suquinay



Figura 3.31 Tanque de captación de agua de lluvia en la comunidad de Suquinay, Purulhá, B.V.

3.3.4.2 Elaboración de folletos informativos y educativos

Se elaboraron dos folletos sobre la construcción, limpieza y mantenimiento de los pozos de captación de agua de lluvia (ver anexo 3.4 Y 3.5)

3.3.4.3 Taller sobre limpieza y mantenimiento de pozos

Se impartieron siete talleres, uno en cada pozo construido por la organización Vecinos Mundiales sobre la limpieza y mantenimiento que deben hacerles.

Se usó la metodología descrita en el folleto elaborado por la autora; fueron talleres teórico-prácticos impartidos principalmente a las mujeres que se encargan del mantenimiento y limpieza de los mismos.

Como se observa en las siguientes figuras:

Antes



Después



Figura 3.32 Limpieza del pozo de El Jute I, Purulhá

Antes



Después



Figura 3.33 Limpieza del pozo de Eben Ezer, Purulhá

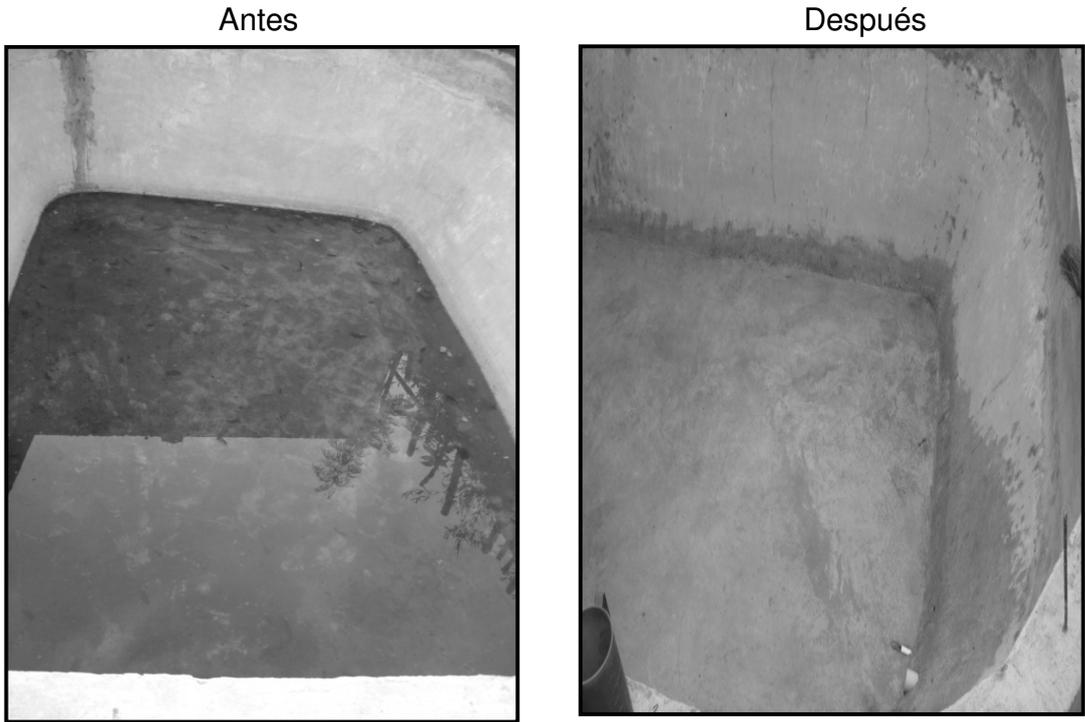


Figura 3.34 Limpieza del pozo de El Jute II, Purulhá

3.3.5 CONCLUSIONES

- Se apoyó a las comunidades Eben Ezer, El Jute I, El Jute II, Panimaquito y Suquinay, en la construcción de los pozos de captación de agua de lluvia con un tamaño de 11.25 m³, para el abastecimiento de agua de lluvia en época de invierno.
- Se capacitaron a 15 personas de las comunidades sobre la construcción de pozos de captación de agua de lluvia, para que tengan el conocimiento para la construcción de dichos pozos y puedan replicar esta información en sus comunidades, ya que este sistema tiene un costo de Q.2,221.60; teniendo un precio de Q.197.48 por metro cúbico de construcción.
- Debido a que los pozos se construyeron para que captaran el agua de lluvia del presente año, no se pudo observar si existe mejoría en la disponibilidad del agua en época seca, pero según comentarios de las mujeres que poseen este sistema, los beneficios que ha traído el mismo son: 1. Ya no tienen que acarrear agua para lavar su ropa y platos; 2. Esta misma agua algunas de las beneficiarias la usan para consumo domestico.
- El sistema construido tiene una capacidad de 11.25m³, lo cual significa que tienen una disponibilidad de 11,250 litros de agua para la época seca, la cual satisfecería las principales necesidad de la casa como el lavado de la ropa y encerres domésticos, riego de sus parcelas y si le dan el mantenimiento adecuado pueden usarla para consumo humano.
- Se elaboraron dos folletos educativos-informativos, los cuales permiten a las personas conocer y aprender sobre los sistemas de captación de lluvia y al mismo tiempo los materiales que necesitan para construirlos y cuales son los pasos a seguir para construirlos de manera adecuada. El otro folleto se trata sobre la limpieza y mantenimiento que deben dar a los pozos de captación de agua de lluvia, presentando diferentes metodologías para que ellos escojan cual se adapta más a su estilo de vida. Este folleto pretende que no solo apliquen estas metodologías a los pozos sino también a otros sistemas de recolección de agua como los toneles o depósitos.

3.3.6 RECOMENDACIONES

- Concientizar a través a las personas de las comunidades sobre los beneficios de los pozos de captación de agua de lluvia.
- Se recomienda que los pozos sean techados para evitar la contaminación externa del agua por medio de insectos y animales. Este techo se recomienda que se haga con lamina plástica, con una inclinación de 20 grados para que el agua de lluvia sea captada por este techo y sea llevada al interior del mismo atreves de un canal.
- La limpieza y mantenimiento de los tanques se debe hacer cada 8 días para que el agua pueda usarse en las actividades diarias en el hogar.
- Cuidar que los niños y animales domésticos no ensucien el agua para evitar su contaminación.
- Hacer un seguimiento en el monitoreo y evaluación de los pozos para observar el estado físico de los mismo.

3.4 SERVICIO 2 Establecimiento de un Vivero de plantas medicinales en Rabinal, Baja Verapaz

3.4.1 OBJETIVOS

3.4.1.1 Generales

Establecer un vivero con 20 especies de plantas medicinales, para diversificar la materia prima en la elaboración de medicina natural y alternativa en la organización *Q´achuu aloom de Rabinal, Baja Verapaz.

3.4.1.2 Específicos

- Mejorar la diversificación de especies medicinales en la organización de Qachuu aloom
- Identificar las especies que se adaptan a las condiciones climáticas de Rabinal
- Elaborar folletos informativos y educativos sobre el uso de plantas medicinales e información sobre algunas de ellas.

* Qachuu aloom: Madre Tierra en idioma Achí

3.4.2 METODOLOGÍA

La metodología se dividió en dos fases fundamentalmente:

3.4.2.1 Fase de Gabinete

- Revisión de información bibliográfica sobre el establecimiento y manejo de un vivero de plantas medicinales.
- Presentación con los líderes de las asociaciones Q'achuu aloom en las cuales se prestó el apoyo técnico.
- Determinación de 20 especies que se adaptaran a la región de Rabinal y la aprobación de las especies por los socios.

3.4.2.2 Fase de Campo

Esta se realizó en la Escuela de campo de la organización Q'achuu aloom, ubicada en Pacux, Rabinal; con el fin de brindar apoyo técnico y mano de obra para la construcción del vivero medicinal.

Para el establecimiento de vivero se siguió la siguiente metodología:

A. Elaboración de las instalaciones

- Se delimitó un área de forma circular donde se estableció el vivero.
- Se limpió el terreno para evitar que crecieran malezas dentro del vivero
- Se midió un radio de 3 m para hacer un vivero de forma circular.
- Con estacas de 1.5 m de alto se sembraron a cada 2 mt. de distancia.
- Luego se contaron varas de tanil a una altura de 1.5 m.
- En el centro del círculo se colocó una vara de bambú gruesa de una altura de 2 m.
- Sobre esa vara se hizo una cruz con madera.

- De esta cruz se comenzó a colocar el alambre de amarre para hacer una malla, la cual fue el soporte y guía de la sombra verde (paxte, melocotón de costa y esponjuelo); con lo cual se dio sombra a las plantas medicinales que se sembraron.

B. Desinfección y Desinfestación de la tierra

- Primero se hizo una mezcla de arena y tierra negra de relación 2:1 (dos de tierra por 1 de arena),
- Luego se llenaron las bolsas de almácigo con la mezcla y se colocaron abajo del techo.
- Se hirvieron 10 galones de agua en un tonel de metal.
- Con el agua caliente se regaron las bolsas de almácigo para desinfectarla y evitar que crecieran hongos y maleza.
- Se dejó reposar por 3 días, para que la tierra estuviera completamente fría.

D. Siembra de las plántulas

- Luego de esterilizada la tierra, se procedió a la siembra de las plántulas.
- Esta siembra se hizo de forma directa en las bolsas de almácigo.

E. Riego, fertilización y control de plagas y enfermedades

- El riego se hizo cada dos días de forma que las bolsas quedaran saturadas de agua.
- La fertilización se hizo de una infusión de estiércol de vaca.
- Y para el control de plagas y enfermedades, se hizo un monitoreo intensivo, el cual consistió en que una persona capacitada hizo rondas cada dos o tres días y examinar el vivero y detectar tempranamente alguna plaga o enfermedad.

3.4.2.3 Recursos

- Semillas de plantas medicinales
- Esquejes de plantas medicinales
- Estacas de palo de jiote (*Bursera simaruba*)
- Bolsas de almacigo

- Tierra
- Arena
- Broza
- Material de escritorio
- Alambre de amarre
- Pita
- Pinzas
- Varas
- Bambú

3.4.3 RESULTADOS

3.4.3.1 Establecimiento de un Vivero Medicinal

Se estableció un vivero de plantas medicinales con instalaciones de forma circular según los principios de permacultura que practica la organización Q´achuu aloom, como se muestra en la figura 3.35.

Dentro del mismo se colocaron anillos de barro el cual permite alcanzar las plantas y al mismo tiempo para movilizarse en la parte media del vivero sin lastimarlas o dañarlas, como se muestra en la figura 3.36.



Figura 3.35 Vivero de plantas medicinales

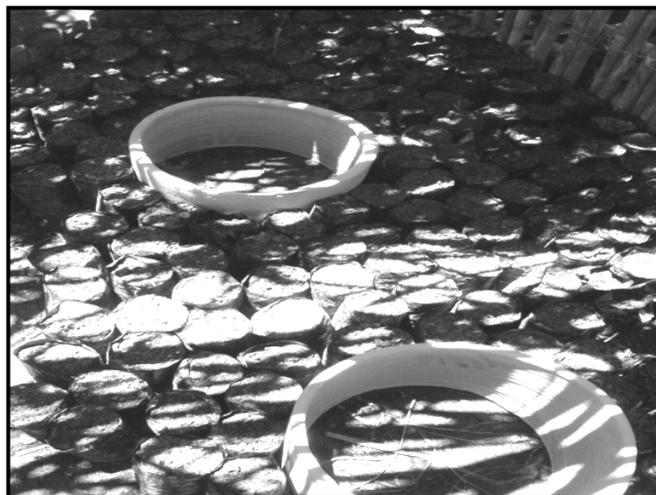


Figura 3.36 Camino con anillos de barro

Las especies que se sembraron fueron: Achiote (*Bixa Orellana* L.), Altamiza (*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-Bip), Apio (*Apium graveolens* L.), Bálsamo (*Ochroma lagopus* Sarta), Cardo María (*Silybum marianum* Gaertner), Cebolla (*Allium cepa* L.), Esponjuelo (*Lunfa operculada* (L.) Cogn), Hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller), Linaza (*Linum usitatissimum* L.), Llantén (*Plantago major* L.), Melocotón de Costa (*Sicania odorífera* (Vell.) Naud), Paxte (*Luffa cylindrica* L.), Pimienta Gorda (*Pimenta dioica* L.) y Salvia Sija (*Lippia alba* N. E. Browne ex Brit. & Wils.); cada una de estas especies fueron escogidas por los socios de la organización por su utilidad medicinal.

3.4.3.2 Elaboración de Folletos

Se elaboraron tres folletos informativos-educativos para las personas de las comunidades sobre diferentes temas relacionados con las plantas y la medicina natural los cuales son:

- Conozcamos las plantas: en este folleto se explican de forma ilustrativa las partes de las plantas y las diferentes estructuras que ellas presentan. (Ver anexo 3.7)
- Como se deben cosechar, secar y almacenar las plantas medicinales y cuales son las diferentes preparaciones (ver anexo 3.8)
- 15 plantas de uso medicinal. (Ver anexo 3.9)

3.4.4 CONCLUSIONES

- Se estableció un vivero de plantas medicinales para la organización Q´achuu aloom con 15 especies diferentes; no se pudo completar las 20 especies establecidas debido a que la accesibilidad al germoplasma no estaba al alcance de la mano; ya que son plantas de otras regiones y de crecimiento anual, por lo que no había provisión de semillas.
- Debido a que la organización Q´achuu aloom ya poseía un pequeño huerto de plantas medicinales el cual deseaba diversificar, las especies que se introdujeron al área fueron: Achioté (*Bixa Orellana* L.), Altamiza (*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-Bip), Apio (*Apium graveolens* L.), Bálsamo (*Ochroma lagopus* Sarta), Cardo María (*Silybum marianum* Gaertner), Cebolla (*Allium cepa* L.), Esponjuelo (*Lunfa operculada* (L.) Cogn), Hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller), Linaza (*Linum usitatissimum* L.), Llantén (*Plantago major* L.), Melocotón de Costa (*Sicania odorífera* (Vell.) Naud), Paxte (*Luffa cylíndrica* L.), Pimienta Gorda (*Pimenta dioica* L.) y Salvia Sija (*Lippia alba* N. E. Browne ex Brit. & Wils.); cada una de estas especies fueron escogidas por los socios de la organización por sus propiedades curativas.
- Debido a las condiciones climáticas de la región de Rabinal las especies que se sembraron solamente la pimienta gorda fue la única que no germinó.
- Las especies que se lograron identificar para ser utilizados en el vivero fueron las siguientes: Achioté (*Bixa Orellana* L.), Ajo (*Allium sativum* L.), Alcachofa (*Cynara scolymus* L.), Albahaca (*Ocimum basilicum* L.), Altamiza (*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-Bip), Amargón (*Taraxacum officinale* Weber), Anís (*Pimpinella anisum* L.), Apacín (*Petivera alliacea* L.), Apazote (*Teloxys amrosioides* (L.) Weber), Bálsamo (*Ochroma lagopus* Swartz), Cardo María (*Silybum marianum* Gaertner), Cebolla (*Allium cepa* L.), Chicoria (*Cichorium intybus* L.), Esponjuelo (*Luffa operculata* (L.) Cogn), Fenogreco (*Trigonella foenum-graecum* L.), Güisquil (*Sechium edule* Sw.), Hierba Buena (*Mentha spicata* L.), Hierba del Cáncer (*Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm.), Hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller), Linaza (*Linum usitatissimum* L.), Llantén (*Plantago major* L.), .), Oregano (*Lippia graveolens* HBK.), Orozuz (*Lippia dulcis* Trev.), .), Ortiga (*Urtica dioica* L.), Paxte (*luffa cylíndrica* L.), Pericón (*Tageles lucida* Cav.), Ricino (*Ricinus communis* L.), Ruda (*Ruta graveolens* L), Romero (*Rosmarinus officinalis* L.),

Salvia Sija (*Lippia alba* N. E. Browne ex Brit. & Wils.), Timboco (*Tecoma stans* Juss. Ex HBK), Zarzaparrilla (*Smilax* sps) .

- Se elaboraron tres folletos educativos-informativos los cuales permiten a las personas de las comunidades conocer las partes de las plantas, cómo se deben cosechar, secar y almacenarlas adecuadamente, para que no pierdan sus propiedades curativas; también se explica cuáles son las diferentes de preparaciones de medicina natural, la descripción botánica y propiedades curativas de algunas plantas medicinales sembradas en el vivero.

3.4.5 RECOMENDACIONES

- Incrementar la diversidad de las plantas medicinales existentes en el vivero, para tener más alternativas de especies para las diferentes enfermedades.
- Hacer una determinación taxonómica de las especies que se están produciendo en el vivero ya que en algunas de ellas el nombre científico no corresponde al espécimen que hay en el vivero, debido a que le dieron el nombre científico en base al nombre común de la planta, lo que induce en algunas ocasiones a un nombre científico erróneo, y por lo consiguiente las propiedades medicinales atribuidas no le pertenecen, haciendo no efectiva la aplicación medicinal de dichas plantas.
- Que la organización haga conciencia a los socios, para que ellos le den el seguimiento y mantenimiento del vivero, ya que es un bien común para la comercialización y uso personal.

3.5 SERVICIO 3 Apoyo Institucional a Vecinos Mundiales

3.5.1 OBJETIVOS

3.5.1.1 Generales

Apoyar a la organización Vecinos Mundiales, Proyecto Polochic, en la ejecución de servicios institucionales de beneficio a las comunidades rurales de la región.

3.5.1.2 Específicos

- Dar a conocer a los estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos (FAUSAC) las diferentes técnicas de conservación de suelo que utilizan los promotores de la organización Q´achuu aloom en Rabinal, Baja Verapaz.
- Elaborar mapas temáticos de las comunidades asociadas a las organizaciones donde Vecinos Mundiales presta apoyo.
- Impartir talleres educativos-formativos sobre el uso adecuado del agua y los diferentes métodos de purificación.

3.5.2 METODOLOGÍA

La metodología se dividió en dos fases:

3.5.2.1 Fase de Gabinete

- Revisión de información bibliográfica sobre los temas del ciclo del agua, purificación, importancia y contaminación del agua.
- Revisión de la cartografía del departamento de Baja Verapaz, para la elaboración de los mapas temáticos.
- Planificación y logística de las actividades a realizadas.

3.5.2.2 Fase de Campo

La fase de campo se dividió en tres etapas, ya que fueron diferentes actividades las que se realizaron durante el EPSA:

A. Visita de Estudiantes del curso de Conservación de Suelos de la FAUSAC

En este servicio se atendieron a 40 estudiantes a los cuales se les llevó a las comunidades de Rabinal, para que les dieran a conocer las técnicas de conservación de suelos que utilizan los socios de Q'achuu aloom y los diferentes beneficios que han obtenido con ellas.

B. Elaboración de mapas temáticos

- Se tomaron datos geospaciales con el GPS en edificios importantes de las comunidades asociadas a la organizaciones de ACDIJ*, Q'achuu aloom** y APROCOM*** como punto de referencia.

* Asociación Comunitaria de Desarrollo Integral de Jedreps

** Madre Tierra en idioma Achi

*** Asociación de Productores Comunitarios

- Luego se realizó el geoposicionamiento se descargaron los datos en la computadora para digitalizarlos.
- Se elaboraron varios mapas entre los cuales se encuentran:
 - ∴ Mapa de ubicación del municipio de Purulhá y Rabinal
 - ∴ Mapa de ubicación de las comunidades de ACDIJ, Q´achuu aloom y APROCOM
 - ∴ Mapa base de Baja Verapaz

3.5.3 RECURSOS

- Computadora
- Cámara Digital
- Cañonera
- Fólder, hojas
- Software (ArcView, Google Earth)
- Transporte
- GPS
- Recurso humano
- Base de datos digital MAGA

3.5.4 RESULTADOS

3.5.4.1 Atención a los estudiantes del curso de Conservación de Suelos de la FAUSAC

En el curso de Conservación de Suelos se hizo una gira para que los estudiantes observaran las diferentes técnicas que se emplean en el municipio de Rabinal; específicamente en las comunidades Pacux, Chichupac y Chiac.

Se recibió un grupo de 36 estudiantes, los cuales fueron atendidos por don Mario Chen, don Cristóbal Osorio, presidente y vicepresidente de la organización Q´achuu aloom respectivamente. Ellos les mostraron las diferentes técnicas de conservación de suelo utilizadas en la región, las cuales son: A. curvas a nivel, B. labranza mínima y C. barreras vivas.

Los estudiantes hicieron una pequeña práctica sobre la elaboración de curvas a nivel en la comunidad de Chichupac.



Figura 3.37 Práctica de campo y Elaboración de curvas a nivel

Además de la práctica se les dio una charla sobre los diferentes beneficios que han tenido las personas que practican estas técnicas en sus parcelas de trabajo. Entre los que se encuentran: Menor erosión del suelo, mayor disponibilidad de espacio para diversificar sus productos.



Figura 3.38 Demostración de la diversidad de productos utilizando técnicas de conservación

3.5.4.2 Elaboración de Mapas temáticos

Se elaboraron seis mapas, ubicando las comunidades de las organizaciones ACDIJ, APROCOM y Q'achuu aloom, en los cuales se identificaron las vías de acceso, distancia desde el parque Municipal de Rabinal y Purulhá, elevación sobre el nivel del mar que se encuentran, y ubicación geográfica.

Los mapas que se elaboraron fueron los siguientes:

- a.** Mapa de la Comunidad de la organización ACDIJ de Purulhá, Baja Verapaz. (Ver anexo 3.1)
- b.** Mapa de las Comunidades de la organización APROCOM de Purulhá, Baja Verapaz. (Ver anexo 3.2)
- c.** Mapa de las Comunidades de la organización Q'achuu aloom Rabinal, Baja Verapaz. (Ver anexo 3.3)
- d.** Mapa Base Baja Verapaz. (Ver anexo 3.4)

3.5.4.3 Talleres sobre el agua

Se impartieron nueve talleres donde tocaron los siguientes temas:

- a. Qué es el agua y su importancia.
- b. Contaminación del agua.
- c. Algunos parásitos que podemos encontrar en el agua contaminada.
- d. Purificación del agua.

Estos talleres se dieron en las comunidades de: Eben Ezer, El Repollal II, Wachabaja, Jalaute, San Marcos Sacsamani y Sacsamani, de Purulhá, Baja Verapaz; San Vicente II de La Tinta, Alta Verapaz; a los facilitadores comunitarios, guardianes de salud y comadronas de Rivacó, Purulhá, Baja Verapaz y a los socios de la organización Q`achuu aloom de Rabinal.

3.5.5 CONCLUSIONES

- El apoyo que se prestó a la organización Vecinos Mundiales en los servicios institucionales fue dando charlas, talleres prácticos y apoyando al personal de la organización.
- Se atendió un grupo de 40 estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con quienes se visitaron las comunidades de socios de la organización Q`achuu aloom donde fueron atendidos, dando a conocer las técnicas conservación de suelos como curvas a nivel, labranza mínima y barreras muertas, donde les explicaron sobre los beneficios que han tenido desde que las practican; mencionando entre ellos: a. menor pérdida de suelo; b. mayor producción; c. mayor diversificación de cultivos.

Gracias a esta gira los estudiantes pudieron poner en práctica en el campo, la parte teórica impartida en los salones de clases con personas que los practican y les explican los beneficios y como se trabajan las diferentes técnicas de conservación de suelos.

- Se impartieron nueve talleres educativos-formativos a las promotores de las organizaciones, así como también a los guardianes de salud, comadronas y facilitadores comunitarios; donde se les explicó cual es la importancia del agua, los beneficios que trae si la sabemos cuidar, cómo se contamina y qué enfermedades nos produce el tomar agua contaminada y sobre todo cuáles son los diferentes métodos de purificación que existen y la metodología de cada uno de éstos. Una de las conclusiones más importantes de estos talleres es que a la gente no le gusta tomar agua con cloro, debido a su olor y sabor, y algunos no les gusta el *SODIS debido a que han oído que da disentería, por lo que ellos solamente prefieren hervir su agua, ya que para ellos es una costumbre usar este método.
- Se elaboraron seis mapas donde se localizaron las comunidades de las organizaciones ACDIJ, APROCOM y Q`achuu aloom, contando con la siguiente información: a. altura sobre el nivel del mar (msnm); b. distancia desde el parque de Rabinal o Purulhá a cada comunidad; c. tipo de carretera; y ubicación geográfica sobre el territorio nacional.

* SODIS: Sistema de Desinfección Solar, por sus siglas en inglés

- Además de estos tres mapas de las organizaciones se hicieron tres, donde se ubicaba geográficamente a los municipios de Rabinal y Purulhá, se hizo también el mapa de ubicación de Baja Verapaz, con las leyendas: a. Altura sobre el nivel del mar (msnm), y b. ubicación geográfica.

3.5.6 RECOMENDACIONES

- Que se sigan haciendo giras de campo con estudiantes del curso del Conservación de Suelos visitando a las comunidades donde se practiquen las diferentes técnicas de conservación de suelos, para que así ellos conozcan el trabajo de los campesinos, como lo aplican y los beneficios que tienen al utilizar estas técnicas y exista un intercambio de conocimientos entre estudiantes y productores y productoras.
- Capacitar y concientizar a las mujeres en que existen otros métodos de purificación de agua igual de efectivos que el de hervirla, ya que para poder hervir el agua, se tiene que acarrear leña, el humo que ésta emana es malo para nuestra salud y se tiene que esperar un tiempo de aproximadamente dos horas para tomar agua purificada a temperatura ambiente; mientras que si usan el método de clorar o el SODIS, su gasto disminuye, con el cloro tienen agua purificada en 30 minutos, y con el otro método reciclan material desechable, que son las botellas de agua pura y según la intensidad solar tienen agua entre uno y dos días. Por lo que en verano tiene tres opciones y en invierno tienen dos opciones para purificar su agua.

3.6 Servicios No Planificados

3.6.1 Elaboración de folletos sobre el agua

Se elaboraron tres folletos llamándoles SERIE AZUL, debido que trata sobre el tema de agua; los cuales abarcan los siguientes temas:

- A. El agua:** este folleto explica cómo se forma; la importancia, sus propiedades, cómo se distribuye en el mundo, qué cantidad está disponible para el consumo y el ciclo del agua. (ver anexo 3.3)

- B. Métodos de Purificación:** este folleto da información sobre cómo se contamina el agua, cuáles son los patógenos que se encuentran en ella y los síntomas que presentan cada uno de ellos; y explica en forma detallada diferentes métodos de purificación de agua, los cuales son: hervor, SODIS*, cubeta de rayos ultra violeta, purificadora onil, yodo y cloro; en donde explican su forma de aplicación y ventajas y desventajas de cada uno. (ver anexo 3.6)

3.6.2 Análisis de Agua

Se efectuaron análisis bacteriológicos al agua de algunas de las comunidades de Alta Verapaz y Baja Verapaz, para detectar la presencia de coliformes fecales y *Echerichia coli*, debido al alto índice de diarreas que informan los guardianes de salud.

Para este análisis se utilizó un gel especial llamado **Easy Gel**, la cual posee dos reactivos para detectar la presencia de estas bacterias, en donde si la colonia es de color rosado nos indica que son coliformes fecales, o si es de color azul nos indica presencia de E. Coli. El tamaño de la muestra que se emplea para este análisis es de 5 ml de agua; este cultivo se deja en una incubadora de huevos a una temperatura de 37°C por 24 horas.

Para que los resultados se puedan comparar con las norma COGUANOR, el resultado se debe multiplicar por un factor de 20 y así poder hacer un dictamen si el agua es apta o no para consumo humano.

* Sistema de Desinfección Solar

Cuadro 3.26 Resultado de análisis bacteriológico

No.	LUGAR	COLIFORMES FECALIS (No./5ml)	E. Coli (No./5 ml)	Colonias de bacteria blancas (No./5ml)
1	Agua Salvavidas	0	0	19
2	Tactic, Alta Verapaz	115	44	0
3	Cobán, Alta Verapaz	25	9	0
4	San Cristóbal, Alta Verapaz	4	1	0
5	Chiac, Rabinal, Baja Verapaz	40	6	0
6	Chategua. Rabinal, Baja Verapaz	15	1	0
7	La Ceiba, Rabinal, Baja Verapaz	2	1	0
8	Pacux, Rabinal, Baja Verapaz	0	0	15
9	Pahoj, Rabinal, Baja Verapaz	6	0	0
10	Panacal, Rabinal, Baja Verapaz	0	0	3
11	Pichec, Rabinal, Baja Verapaz	0	0	0
12	X'esiwaan, Rabinal, Baja Verapaz	19	3	0
13	Jalautte Nacimiento, Rivacó, Baja Verapaz	20	1	0
14	Jalautte Chorro, Rivacó, Baja Verapaz	30	0	0
15	Panalbarda nacimiento, Rivacó, Baja Verapaz	> 100	2	28
16	Panalbarda chorro, Rivacó, Baja Verapaz	> 100	2	50
17	Sacsamani nacimiento, Rivacó, Baja Verapaz	0	0	1
18	Sacsamani chorro, Rivacó, Baja Verapaz	28	0	10
19	San Marcos Sacsamani Nacimiento, Rivacó, B.V.	78	0	3
20	San Marcos Sacsamani chorro, Rivacó, Baja Verapaz	95	1	3
21	Wachabaja nacimiento, Rivacó, Baja Verapaz	97	0	6
22	Wachabaja chorro, Rivacó, Baja Verapaz	30	1	5
23	Purulhá, Baja Verapaz	0	85	0
24	Purulhá, Baja Verapaz	45	58	0
25	Purulhá, Baja Verapaz	68	76	0

3.6.3 Talleres y Capacitaciones

3.6.3.1 Taller sobre educación ambiental

Se impartieron dos talleres en las escuelas de San Vicente I y San Vicente dos con niños de preparatorio hasta sexto primaria; a los cuales se les habló sobre la importancia y cuidados del bosque, así como la contaminación del agua, y la higiene familiar.

En estos talleres se hicieron que los niños dibujaran como se vería su comunidad sin bosque; y que explicaran sus dibujos, a lo cual ellos dijeron, que sin bosque ya no habría hogar para los animales silvestres, el agua escasearía, ya no existiría un ambiente saludable para crecer.



Figura 3.39 Dibujos de los niños explicando qué pasaría si no hay bosque.

3.6.3.2 Taller práctico sobre tres métodos de purificación de agua

Este taller se impartió a las comunidades de El Repollal I, Purulhá y a las comunidades de Chichupac, Sauce, Pacux, Panacal, Chiac, X'esiwaan, Pichec, Chuategua, de Rabinal, ambas de Baja Verapaz, y en San Vicente II, La Tinta, Alta Verapaz.

Se hizo un taller demostrativo sobre la adecuada aplicación de tres métodos de purificación de agua los cuales fueron:

- a. Hervor: con este método se les explicó en qué momento se tiene que comenzar a tomar el tiempo para que el agua esté purificada, ya que algunas de ellas no lo hacen o solamente lo calculan; también se les explicó que si no poseen un reloj en su casa, que cuando escuchen el radio la forma de tomarle el tiempo es oyendo cuatro canciones, debido a que cada canción

tiene una duración de aproximadamente de 3 a 4 minutos; y el tiempo que deben dejar hervir el agua es de 10 minutos, no importando la cantidad que se coloque en el fuego, el tiempo es el mismo.

- b.** Cloración: a este método se les enseñó cuáles son los materiales principales que se deben tener en el hogar, los cuales son un gotero, el cual se puede conseguir gratis en los centros de convergencia, en los centros de salud o si no en las farmacias a un costo de Q.3.50.
- c.** En esta práctica se hizo una demostración de como se aplica el cloro, cuantas gotas tienen que agregar al agua, que son dos gotas/1 L; también se les demostró que si se sabe dosificar bien el agua, no va tener mal sabor, y el olor de cloro es muy suave, por lo que se les dio a probar el agua con cloro y que ellas degustaran, para así darse cuenta que el sabor no es desagradable.
- d.** SODIS: con este método se les pidió a los y las participantes que consiguieran una botella de agua transparente, para así todos juntos practicar este método y que pudieran aplicarlo en época de verano.

Con esta práctica se pretendió enseñarles que existen diferentes tipos de métodos de purificación, y que para verano se tienen tres opciones de purificación, mientras que para invierno solamente dos que son hervor y cloro.

3.6.3.3 Concurso de manualidades con material de reciclaje

Este concurso fue dirigido a los niños de las comunidades de San Vicente I, San Vicente II, Caquijá y Caquipec de La Tinta, Baja Verapaz.

En este concurso participaron alrededor de 125 niños de diferentes grados, a los cuales se premió a los primeros tres lugares, los cuales se calificaron por su destreza, material utilizado, originalidad y color; también se hizo un reconocimiento a aquellos que se notó su esfuerzo y creatividad al hacer su manualidad. Para la premiación de este concurso se dividieron por categoría las cuales fueron las siguientes: Preparatoria, 1 y 2 primaria. 3 y 4 primaria, 5 y 6 primaria.

La finalidad de este concurso es demostrarles a los niños que con este reciclado de material pueden hacerse juguetes y adornos, para su casa, y al mismo tiempo están ayudando al medio ambiente debido a que este material ya no lo tiran sino le dan un uso útil.

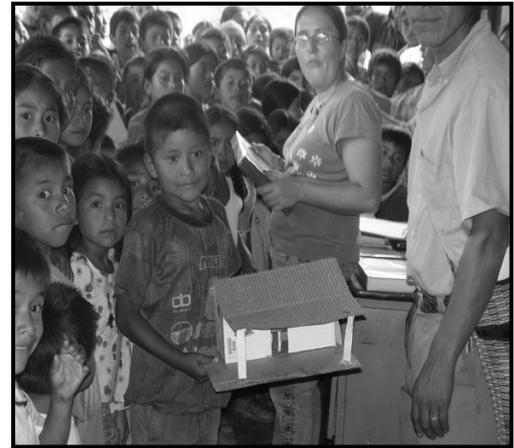


Figura 3.40 Muñequitas de tuza y premiación a los primeros tres lugares

3.6.3.4 Taller de Elaboración de Chorizos y Longanizas

Este taller se realizó en las comunidades de Jalaute y Washabajá, Rivaco, Baja Verapaz, el cual fue dirigido a los promotores de la asociación APROCOM, y consistió en una demostración práctica; se les indicó cuales son los materiales y la cantidad que necesita para fabricar chorizos y longanizas.

La finalidad de este taller fue enseñarles una técnica, la cual pueden aplicar en sus hogares para aumentar sus ingresos monetarios.

3.6.4 CONCLUSIONES

- En los análisis de agua que se efectuaron en algunas de las comunidades de Baja Verapaz, se pudo observar que el 60% está contaminada con E. coli, debido a la falta de mantenimiento y cuidado de los tanques distribuidores o los nacimientos no están circulados o protegidos.
- Los niños a quienes se les impartió los talleres de educación ambiental conocen los beneficios de los bosques y qué pasaría si estos nos faltaran, porque han recibido una buena educación por parte de los maestros.
- En el taller práctico sobre tres métodos de purificación de agua se pudo observar que la mayoría de las señoras no les gusta otro sistema que el hervir el líquido, debido a que es una costumbre en ellas. Y dicen que nos les gusta el sabor ni el olor que tiene el agua clorada, pero esto se debe a que ellas no la dosifican adecuadamente, por lo que se les explica que por cada litro de agua se deben agregar dos gotas de cloro, pero también se hizo una demostración para que degustaran el agua clorada adecuadamente, y algunas de ellas se dieron cuenta que esta no tiene mal sabor ni olor, si se aplicada adecuadamente el cloro.

El otro método que se les demostró fue el SODIS, pero como algunas personas ya fueron capacitadas con esta metodología se les pidió que explicaran como se hace, pero se pudo observar que no se les dio la información completa. Por lo que se les explicó nuevamente el procedimiento adecuado para que realmente el agua esté purificada.

También en este taller se les explicó las ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos; como hervir el agua, su desventaja es que se necesita leña el cual tiene un costo de aproximadamente Q.0.25 por leño, y se necesitan aproximadamente 10 leños para hervir un recipiente con capacidad aproximada de 5 litros, además el humo que se produce en la cocina es malo para la salud, debido a que afecta el sistema pulmonar, y por otro lado si está lloviendo la leña se humedece y no va a servir para cocinar.

En el sistema de clorar su ventaja es que tiene un efecto residual, y en solo treinta minutos podrán tomar agua purificada, pero su desventaja es que si no se sabe dosificar

adecuadamente el sabor y olor va a ser desagradable para tomar y en ocasiones puede dañar el estómago o irritar la garganta

El SODIS, su ventaja es que ayudamos a reciclar las botellas desechables y no tiene costo alguno, pero su desventaja es que necesitamos por lo menos 8 horas de luz solar para que haga efecto, y deben de dejar las botellas sin ninguna burbuja de aire lo cual es un poco difícil.

- Debido a que los maestros no supieron dirigir bien esta actividad, algunos de los niños no usaron material reciclable sino que compraron el material y usaron madera para elaborar sus manualidades, por lo que muchos de los proyectos se descalificaron porque no llenaron los requisitos del concurso, por otra parte existió repetición de proyectos. Pero gracias a esta actividad muchos de los niños se percataron que con este tipo de material se pueden hacer juguetes y adornos.

3.6.5 RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento a los análisis del agua de las comunidades, para que ellos conozcan el nivel de contaminación del agua que consumen, para reunirse con los dirigentes de sus comunidades, y que ellos a su vez comuniquen con los alcaldes auxiliares, para encontrar en conjunto una solución viable a este problema, y de esta manera ayudar de alguna manera que el índice de diarrea disminuya en el área. .
- Dar charlas de educación ambiental a los maestros de las escuelas, para que ellos motiven a los estudiantes a seguir cuidando su medio ambiente y que no agoten los recursos naturales de su comunidad.
- Dar un seguimiento a las comunidades donde se impartieron los talleres prácticos, sobre los tres métodos de purificación de agua, para saber si las familias adoptaron un sistema alternativo o si necesitan una charla de refuerzo sobre los métodos.

3.6.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Águila Rubin, MCH. 2005. SODIS el agua embotellada por los pobres (en línea). Suiza, Swissinfo. Consultado 28 feb 2007. Disponible en: http://www.swissinfo.org/spa/reportajes/detail/SODIS_el_agua_embotellada_por_los_pobres.html?siteSect=108&sid=5559718&cKey=1109351373000
2. Benson Institute, US. 2004. Purificación de agua en el hogar (en línea). Utah, Estados Unidos. Consultado 28 feb 2007. Disponible en: <http://benison.byu.edu/Publication/Lessons/SP/SaludFamiliar/Agua.asp>
3. Creative Commons, US. 2006. Contaminación y purificación del agua (en línea). Consultado 27 feb 2007. Disponible en: <http://contaminacion-purificacion-agua.blogspot.com/2005/09/purificacion-de-agua-por-rayos.html>
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Garoz, B. 2005. CONGCOOP coordinación de ONG y cooperativa. Guatemala, Magna Terra Editores. 182 p.
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico nacional de Guatemala. Guatemala. tomo 3. 1 CD.
7. _____. 1976. Mapa de regiones fisiográficas de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color.
8. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI censo de población, VI de habitación. Guatemala. 1 CD.
9. InforPress Centroamericana, GT. 2007. Purulhá (en línea). Guatemala, Servicio de Información Municipal. Consultado 20 feb 2007. Disponible en: <http://www.inforpressca.com/purulha/cultura.php>
10. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2007. Estaciones sinópticas (en línea). Guatemala. Consultado 21 mar 2007. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/>
11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala a escala 1:250,000: fisiografía. Guatemala. 1 CD.
12. _____. 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala a escala 1:250,000. Guatemala: climatología. 1 CD.
13. _____. 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala a escala 1:250,000. Guatemala: geología. 1 CD.

14. MINECO (Ministerio de Economía, GT); COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas, GT). 2000. Norma NGO 29 001 agua potable. Guatemala. 14 p.
15. Ortega, MJ. 2007. Trabajo de graduación realizado en Rabinal y Purulhá, Baja Verapaz y Chisec, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, FAUSAC. 195 p.
16. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1,000 p.

3.6.8 ANEXOS

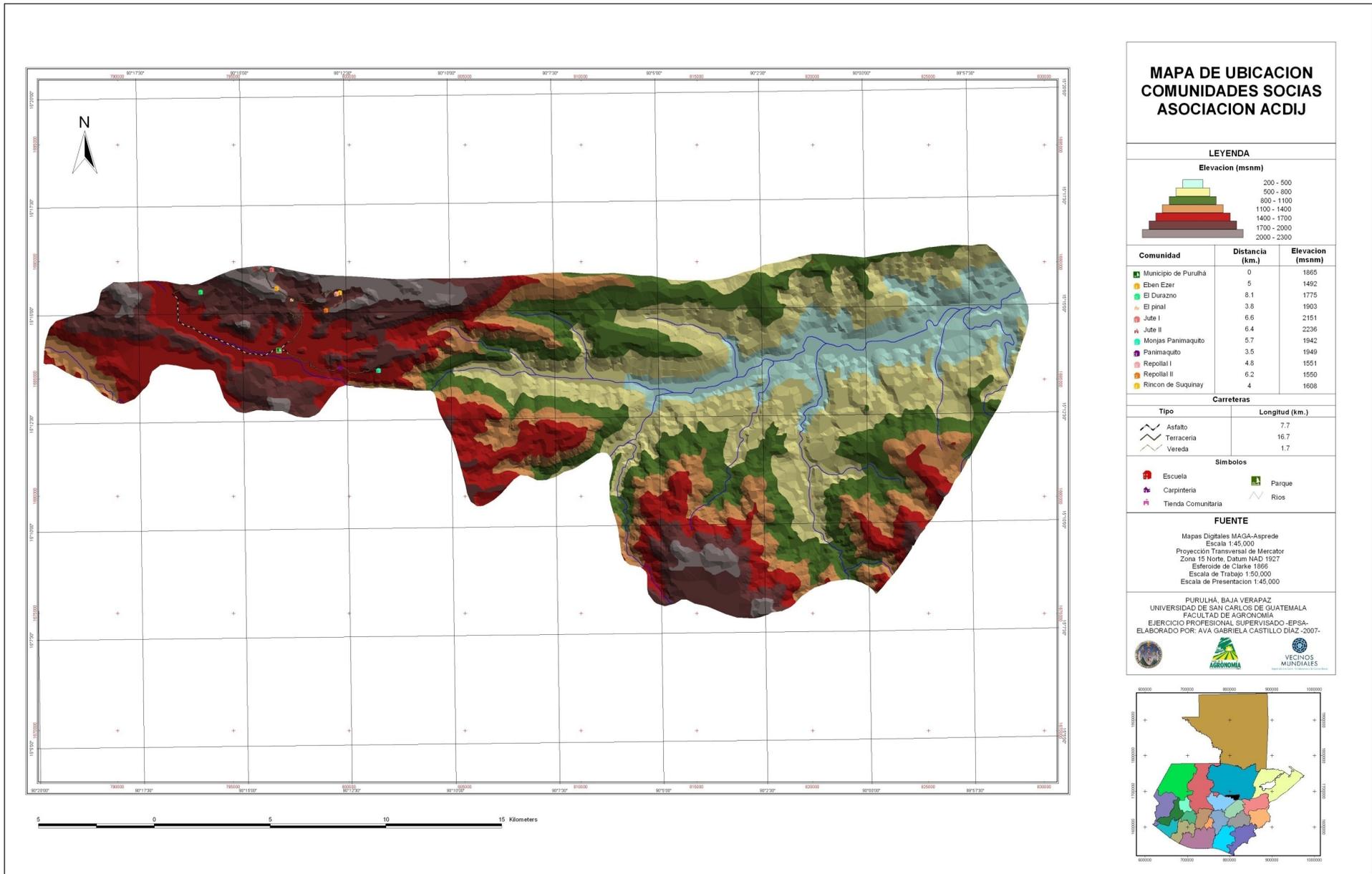


Figura 3.41A Mapa de Ubicación Comunidades de ACDIJ

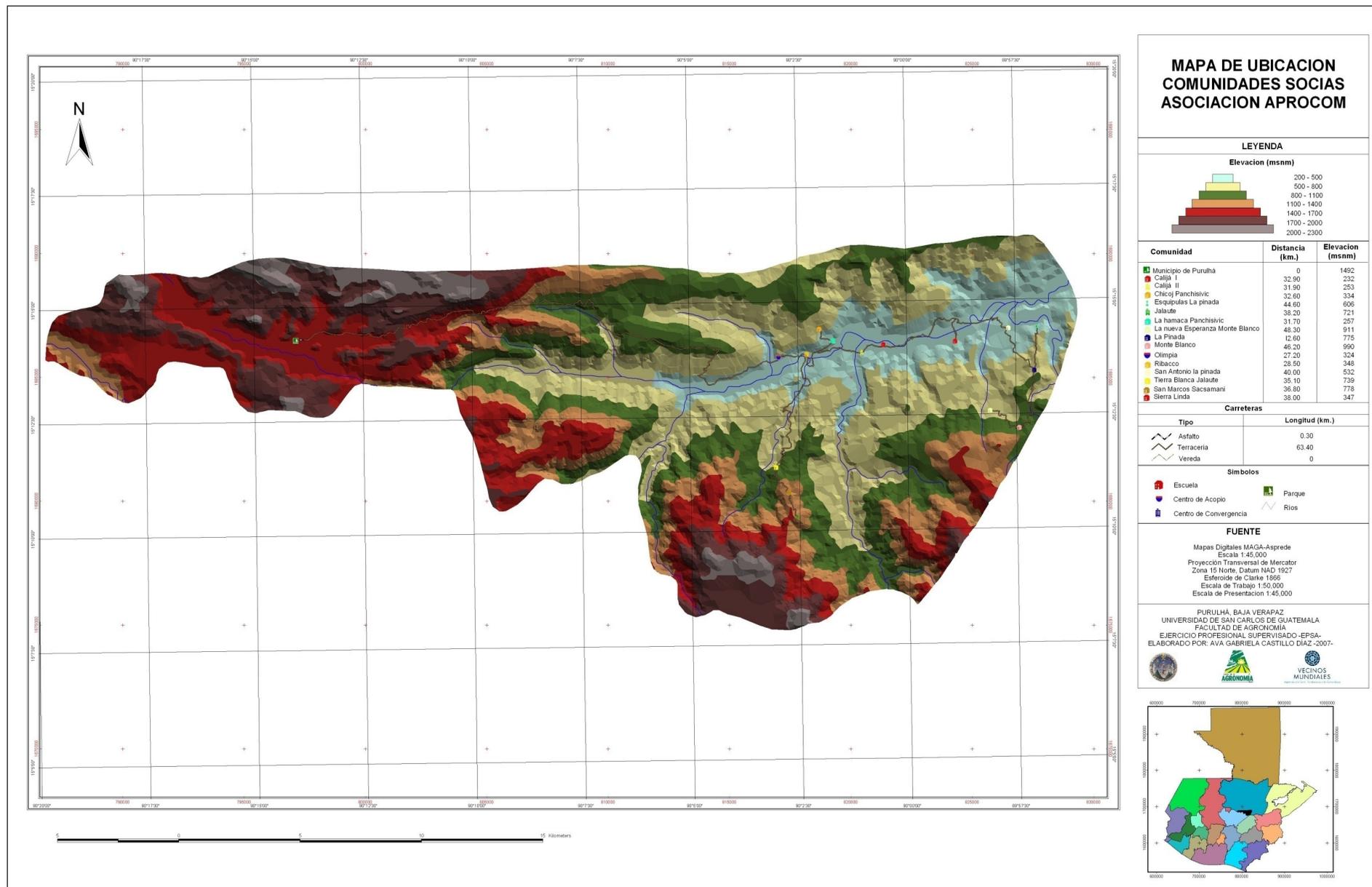


Figura 3.42A Mapa de Ubicación Comunidades de APROCOM

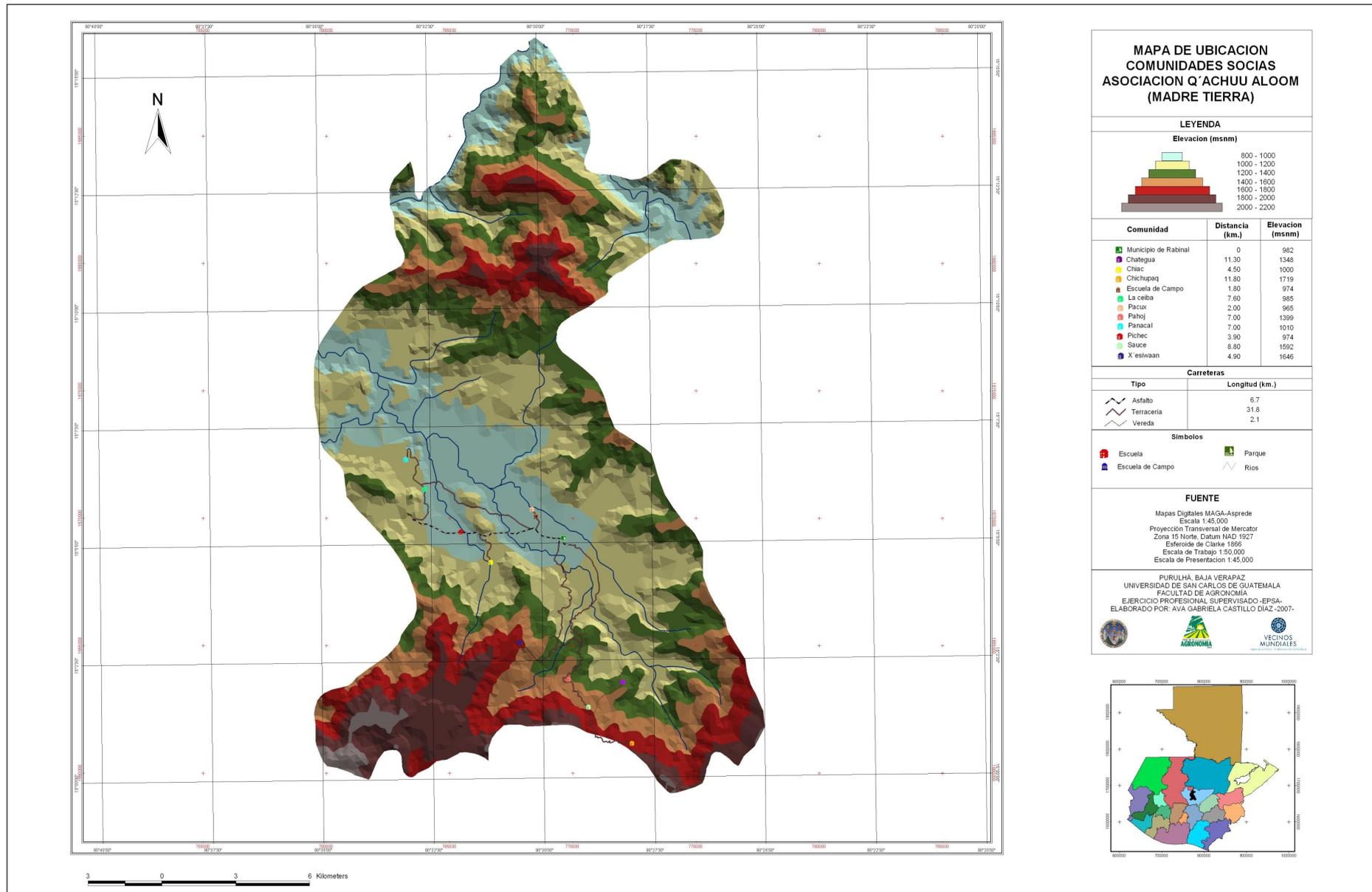


Figura 3.43A Mapa de Ubicación Comunidades de Q'achuu allom

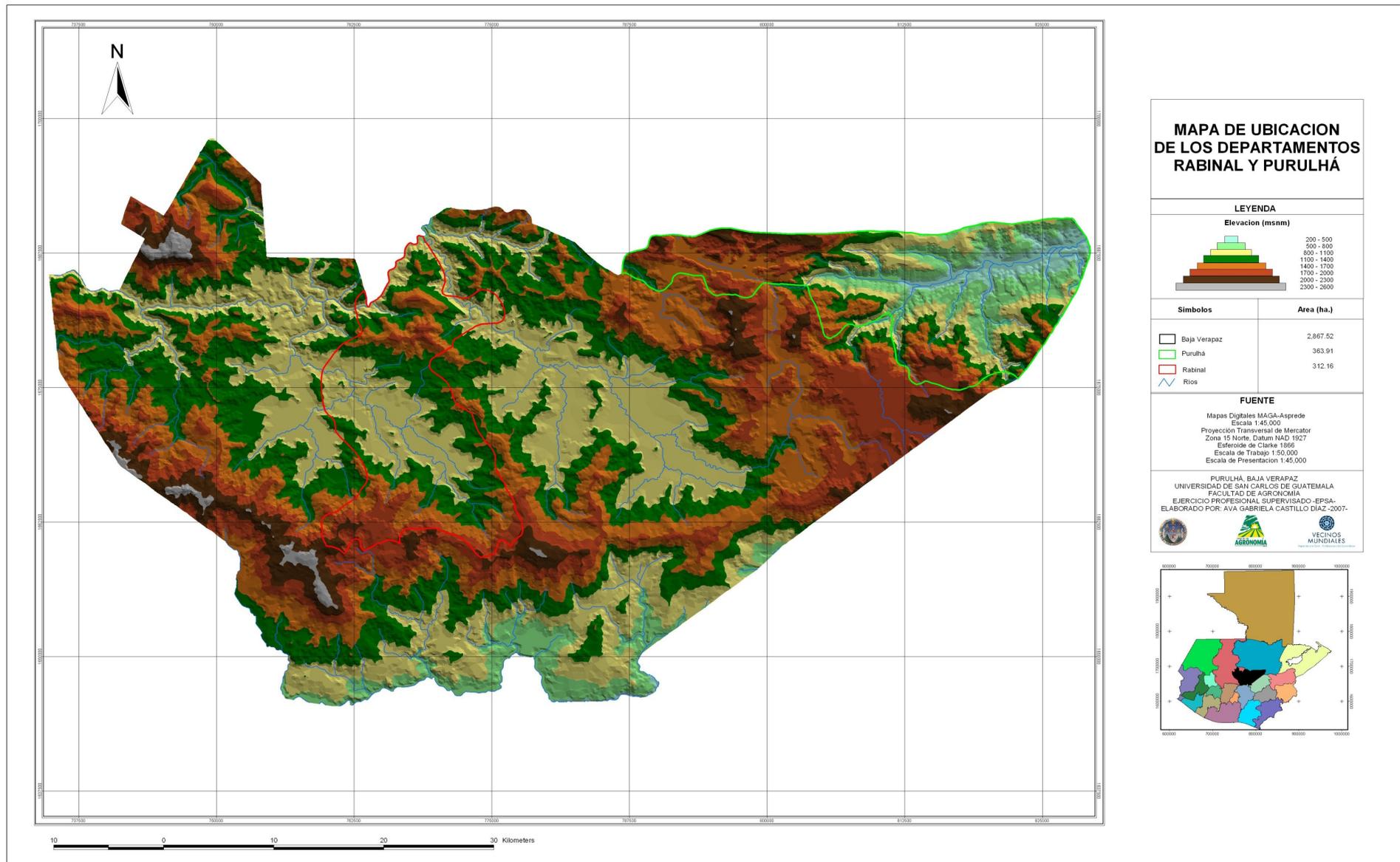


Figura 3.44A Mapa de Baja Verapaz



Anexo 3.3

Qué es el agua?

El agua es el líquido sin color e insípido que cubre acerca de 71% de la tierra. El noventa y siete por ciento del agua en la tierra es agua salada y el otro 3% es agua dulce. La mayor parte del agua dulce es congelada en el Polo Norte y Polo Sur. Acerca de la tercera parte del de agua dulce está en ríos, en las corrientes, en los acuíferos, y en las vertientes que forman parte de nuestra agua potable.

El agua es compuesta de hidrógeno y oxígeno. La razón que llamamos H₂O es que hay dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno en ella.

Por qué el agua es importante?

Muchos de nosotros pensamos que el agua siempre estará allí para nosotros cuando la queremos. Sin agua, los seres vivos moriríamos. Si no se toma agua por mas de ocho días uno moriría. Lo mismo le pasa a las plantas si no tienen agua estas se secan y no tendremos producción de alimento y esto mataría a todo ser viviente que come plantas.

Naturaleza y propiedades del agua

El agua es una sustancia compuesta, porque está integrada por la unión de átomos de distintos elementos químicos simples: son dos átomos de oxígeno unidos a un átomo de hidrógeno, con una molécula en la forma O-H-O; que se escribe H₂O.

A la temperatura y presión normales, tanto el oxígeno como el hidrógeno tienen forma de gases; pero al unirse formando el agua adquieren forma de un líquido que, en estado de pureza, es absolutamente transparente a la luz y sin ningún sabor, olor ni color; siendo ligeramente azul en grandes masas como en los océanos.

Otra propiedad fundamental que tiene el agua, es que al estar en estado líquido puede mezclarse con otras sin perder su propia composición. A este fenómeno se le denomina *dilución*, por lo cual se dice que el agua es el *solvente universal* debido a que puede *disolver* una gran cantidad de sustancias, incluyendo el aire y otros gases, así como sustancias que normalmente son sólidas, como la sal o el azúcar.

De todas las sustancias que existen, probablemente la que más fácilmente se encuentra en los tres estados que puede tener la materia: líquido, sólido y gaseoso. Si bien en condiciones normales el agua es líquida y así aparece principalmente en la naturaleza, el agua puede evaporarse al estado gaseoso (se llama vapor de agua) a temperaturas relativamente no muy altas, aunque para entrar en evaporación violenta, que se llama *ebullición*, debe alcanzar a una temperatura de 100 grados centígrados. En cambio, pasa al estado sólido cuando su temperatura baja de los cero grados, formando el hielo; aunque puede mantenerse igualmente en estado líquido a temperaturas bastante inferiores, hasta 25 grados bajo cero, en cuya situación se congela al ser agitada.

El Agua en la Naturaleza

El agua es la sustancia que más abunda en la naturaleza, tanto en forma visible como incorporada a otros cuerpos. En forma de mares, ríos, y lagos, cubre las tres cuartas partes de la superficie del planeta; y es el componente principal de casi todos los seres vivos; ya que un hombre adulto sano representa alrededor del 60% de su peso corporal, menos que en el cuerpo de un recién nacido que ocupa el 80%.

En forma gaseosa (vapor) es de color transparente y la podemos encontrar en el aire, dando origen a la *humedad del aire*. Pero esta humedad tiende a subir al cielo formando las nubes. Esto mismo ocurre cuando hervimos el agua, cuando se aumenta la temperatura del agua sale el vapor y el aire está mas frío puede verse el gas blanco, lo mismo sucede con la humedad del aire; igual ocurre con nuestro aliento, que contiene vapor de agua, en los días de mucho frío.

En su forma sólida, el agua es cristalina; pero en algunas ocasiones cuando se congela quedan encerradas pequeñas cantidades de aire y esto hace que el hielo tenga un color blanco y opaco.

En la naturaleza, el agua se congela con pequeñas cantidades de aire formando la nieve, haciendo que caigan al suelo muy lentamente en forma de copos de nieve o escarcha.

Suministro de Agua

El agua es un recurso de incalculable valor. Es muy necesaria para los seres vivos y la necesitamos para nuestra propia vida, para la agricultura y la ganadería y para

tantos procesos industriales o de obtención de energía que dependen de ella.

Es muy abundante en nuestro planeta pero su distribución es *desigual* y esto plantea muchos problemas. Inclusive en nuestro país hay regiones donde el agua es abundante y la malgastan mientras que en otras regiones esta escasea.

Un ejemplo que tenemos es en el Departamento de Baja Verapaz, el municipio de Purulhá el cual posee varias fuentes de agua, pero al bajar al municipio de Rabinal, el agua escasea. Como podemos observar son dos regiones en el mismo departamento donde se observa que la distribución de agua es desigual.

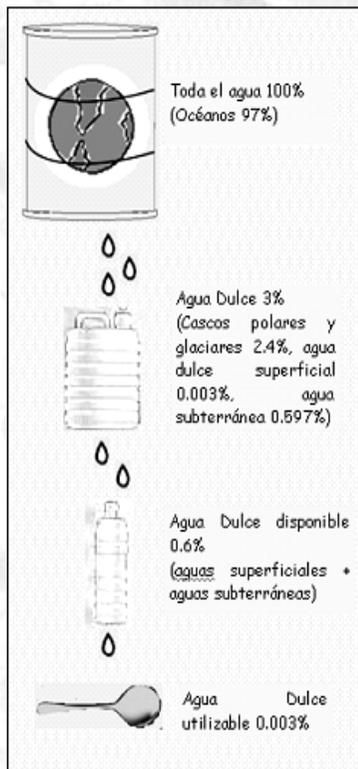
A pesar de su importancia, el agua es uno de los recursos mas desaprovechados y peor utilizados de la Tierra. Se desperdicia y contamina con gran despreocupación y nos empeñamos muy poco en usarla de forma racional.

El Agua Disponible para usos Humanos

La cantidad de agua que hay en el planeta es enorme. Si se extendiera sobre toda la Tierra formaría una capa de unos 3000 metros de profundidad. Sin embargo alrededor del 97% de esta agua está en los mares y océanos y es salada, por lo que no se puede usar ni para beber ni para la agricultura, ni para la mayor parte de los usos industriales.

El 3% del agua restante es dulce pero casi toda ella está en los hielos de los polos o en los glaciares (masa muy grande de hielo), en depósitos subterráneos o en otros lugares de difícil utilización. Por todo esto sólo un 0,003% de la masa total de agua del planeta está fácilmente aprovechable para los usos humanos.

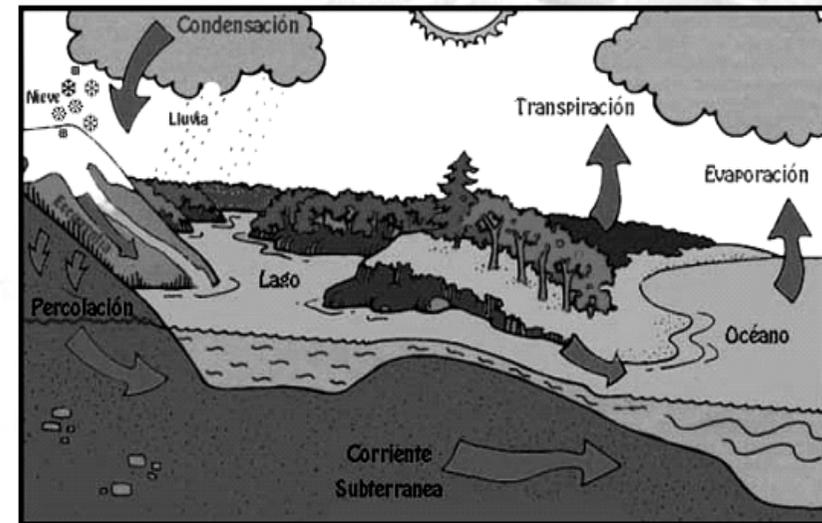
Por fortuna el agua sigue un ciclo de evaporación, precipitación y vuelta a los mares y



océanos, por el que está continuamente purificándose. Por eso, si no la contaminamos o agotamos a un ritmo mayor del que necesita para limpiarse o para recargar en sus lugares de almacenamiento, tenemos un suministro continuo y barato de agua de muy buena calidad. Por desgracia, en muchas ocasiones se está alterando el ciclo de renovación del agua por no cumplir los requisitos mínimos para su uso.

El Ciclo del Agua

El ciclo hidrológico o ciclo del agua se define un ciclo de fenómenos por medio el agua pasa de la superficie terrestre, en forma de vapor a la atmósfera y regresa en forma líquida o sólida. El paso del agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la *evaporación de los ríos, lagos y océanos*, la *transpiración* se da por las plantas y animales; y por *sublimación* (paso directo del agua sólida a vapor de agua).



Cómo trabaja el Ciclo del Agua?

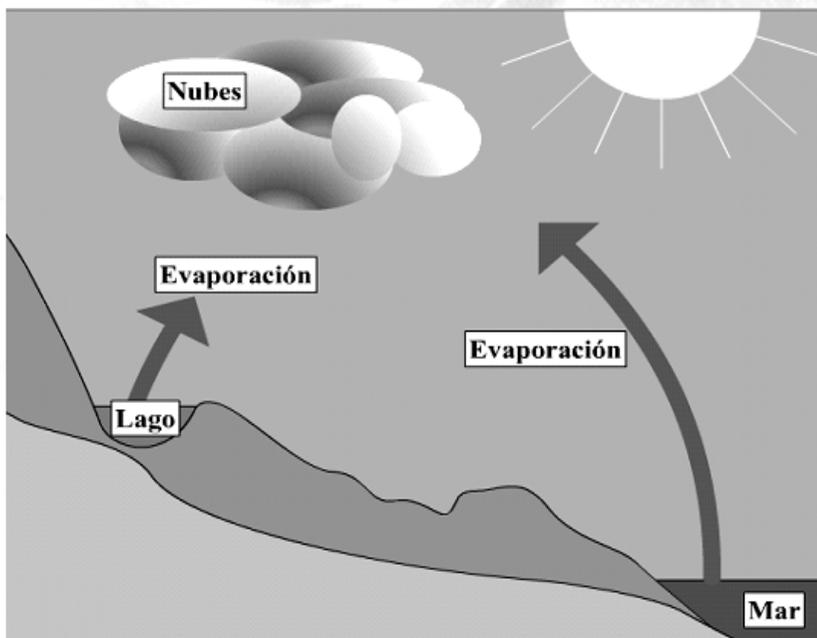
- 1 El agua de lagos, los ríos, las corrientes, los depósitos, y el océano se calientan por el sol y se transforman en vapor que sube en el aire. [evaporación]
- 2 Las plantas son calentadas por el sol, también, y mandan moléculas de agua en el aire por sus hojas. [transpiración]
- 3 Estas moléculas de agua forman las nubes.

- ☺ ☞ Cuando el aire y el agua refrescan, ellos forman gotas de agua que cae a la tierra como lluvia. Si ellos son congelados, ellos llegan a ser la nieve o la aguanieve. [condensación] El vapor ha cambiado en un líquido.
- ☺ ☞ Una vez que el agua alcanza el suelo, puede fluir a través de la tierra hasta que alcance los ríos, los lagos, las corrientes, o el océano. Esto es agua de superficie, puede hundirse también en el suelo entre los espacios de las piedras, en la grava, y en la arena hasta que alcance estas masas de agua. Esto es agua subterránea.
- ☺ ☞ El ciclo empieza otra vez.

Fases del Ciclo del Agua

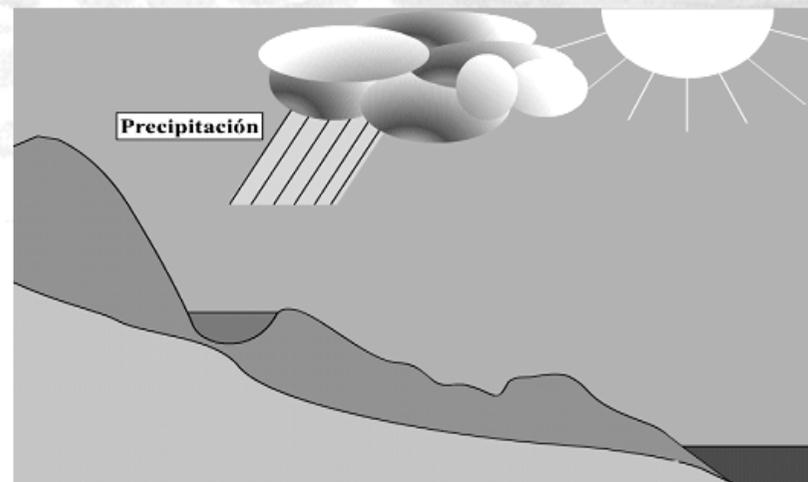
Evaporación

El ciclo se inicia sobre todo en las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos) donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua. El vapor de agua es menos denso que el aire, asciende a capas más altas de la atmósfera, donde se enfría para formar nubes.



Precipitación

Cuando las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, gotas que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia, granizo o nieve).



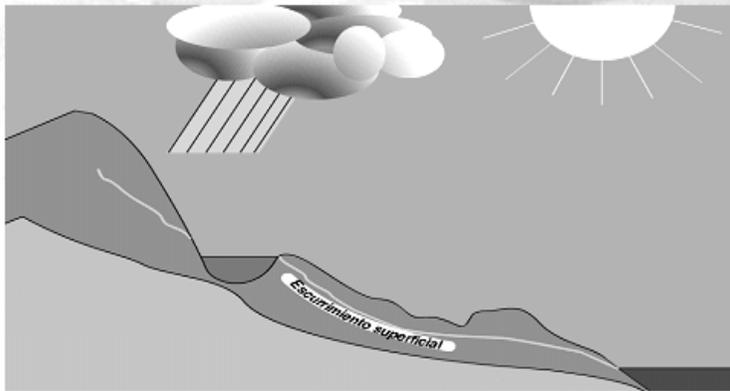
Retención

Pero no toda el agua que cae llega a alcanzar la superficie del terreno. Una parte del agua de lluvia vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida (agua de interceptación) por la vegetación, edificios, carreteras, etc., y luego se evapora.



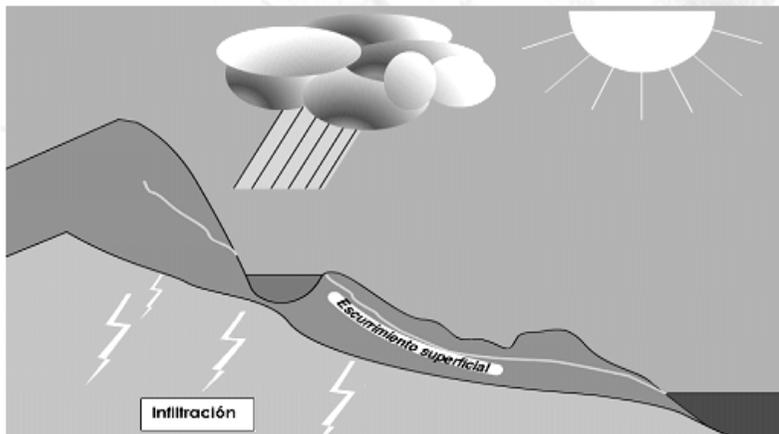
Escorrentía superficial

Otra parte circula sobre la superficie y se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos (escorrentía superficial). Esta agua que circula superficialmente irá a parar a lagos o al mar, donde una parte se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.



Infiltración

Pero también una parte de la lluvia llega a penetrar la superficie de la tierra a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, relleno de agua los ríos subterráneos.



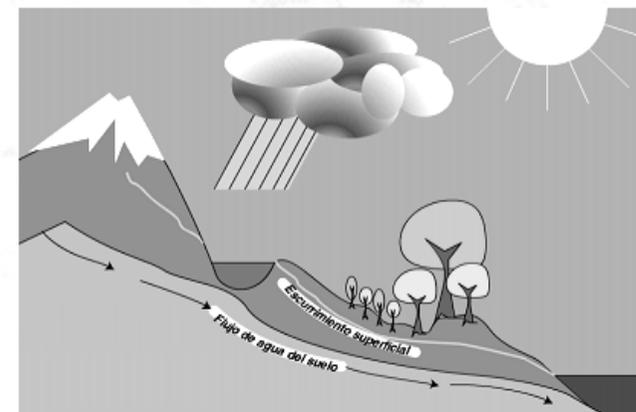
Evapotranspiración

Es cuando llueve una parte de esta agua no llega al suelo si no que se evapora, y otra porción de esta agua es captada por las plantas absorbiéndola para la obtención de nutrientes para luego en forma de sudor transpirar el agua que no necesita. Debido a que estos dos procesos no se pueden separar se llama "Evapotranspiración"



Escorrentía subterránea

El agua que desciende en el suelo llega a los depósitos subterráneos de agua formando ríos dentro de la tierra los cuales cuando están saturados de agua forman nacimientos, y alimentan los lagos o ríos superficiales.





Anexo 3.4

COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

Es el arte de desviar o capturar la precipitación (aguas de lluvia o nieve derretida) para usarse en la vida diaria.

Cosechar agua es una práctica más y más popular en climas áridos. La cual es cosechada para beber y cocinar.

VENTAJAS

- ⊕ Ahorra agua. Cada galón de agua de lluvia que se usa para regar nuestros cultivos reducirá la cantidad usada de agua potable.
- ⊕ Es gratis. Nunca recibirá una cuenta municipal por el agua de lluvia que se cosecha.
- ⊕ Ahorra energía. El agua del sistema municipal centralizado tiene que ser sacada por una extensa red de servicio antes de llegar a la casa y esto requiere una gran cantidad de energía.
- ⊕ Contiene menos sales y minerales y las plantas la aprovechan con mucho beneficio.
- ⊕ Solo esta contaminada, debido a que proviene de las nubes esta se encuentra pura.
- ⊕ Beneficia nuestra salud física. Debido a que tenemos que caminar largas distancias para obtener agua, las mujeres y niños ya no sufrirían un desgaste físico.

TIPOS DE POZOS

Existen varios tipos de pozos de captación de agua de lluvia, sus dimensiones y materiales de construcción varían dependiendo de las necesidades y demandas de agua de los productores y productoras.

POZO ARTESANAL

Estos son pozos construidos al nivel del suelo en terrenos firmes, en los cuales según sea la necesidad del usuario puede variar en sus dimensiones.

MATERIALES

- ⊕ 12 varillas de 3/8 comercial
- ⊕ 35 block
- ⊕ 60 cubetas de arena
- ⊕ 15 bolsas de cemento
- ⊕ 14 mt de maya $\frac{1}{2}$
- ⊕ 8 cubetas de piedrin
- ⊕ 2 lb de alambre de amarre
- ⊕ Tubo de PVC de 3 pulgadas
- ⊕ Tubo de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada
- ⊕ Pita o Rafia
- ⊕ Nivel
- ⊕ Piocha
- ⊕ Pala
- ⊕ Azadón
- ⊕ 1 metro
- ⊕ Tenazas
- ⊕ 1 almámana con su respectiva sierra
- ⊕ Cuchara de albañilería
- ⊕ Plancha de albañilería
- ⊕ Escuadra

NOTA: Los materiales aquí mencionados, son para la construcción de un pozo de 11.25 metros cúbicos el cual tiene un costo de Q.2,221.60* (pozo 3 mt ancho x 2.5 mt de largo x 1.5 mt de profundidad). Teniendo un precio de Q.197.48 por metro cúbico de construcción.

PASOS A SEGUIR:

1. Se delimita un área de 3 x 2.5 x 1.5 metros con ayuda de un metro, rafia o pita y con una escuadra para que los cuatro lados tengan el largo indicado.



* Precios a julio 2007 (tendencia a cambiar)

2. Luego de delimitar se comenzará con la excavación y extracción de la tierra utilizando la pala, piocha y azadón.



3. Se dejará un talud en las paredes de aproximadamente unos 30 cm.



4. Luego de haber hecho el pozo en una de las esquinas del pozo se hará un oyo con un radio de 20 cm. aproximadamente en el cual se insertará un tubo de PVC de 3" y uno de 1/2" el cual servirá como desagüe del pozo.



5. Se hará un desnivel en el suelo hacia los tubos para el agua corra y no se quede estancada.
6. Con una varilla de hierro (mide 6 m de largo) y con la ayuda de una almágana (sierra) se van a sacar 24 estacas de aproximadamente 10 cm. de largo, las cuales se colocarán en las esquinas y el centro de las cuatro paredes en la parte superior, media y baja.

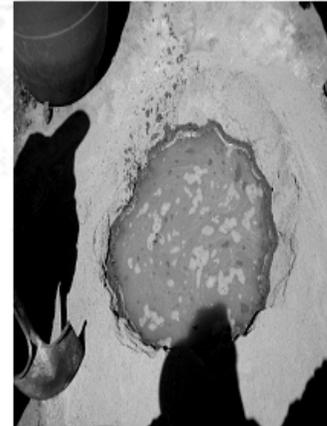
7. Se coloca el primer anillo de hierro en la parte superior del pozo, el segundo en la parte media y el tercero en el fondo del pozo y con alambre de amarre se van a sujetar los anillos de hierro.



8. Una vez colocados los anillos se colocará malla alrededor del pozo, la cual se ajustará con alambre de amarre en varios puntos para que quede ajustada.



9. Se hará una mezcla de cemento y arena en una proporción de 3:1 (40 paladas de arena por 1 saco de cemento). Con la mezcla, se procederá a repellar todas las paredes del pozo.



10. En el fondo del pozo se hará un petate de piedras de tamaño regular para que a la hora de fundirlo sea más fácil y seguro.



11. Se hará la fundición del piso con la mezcla de igual proporción a la del repello.



12. Finalmente se dará un repello y fundición fina para el piso y las paredes del pozo con una proporción de 1:1, y se dejará secar al aire libre.



POZO DE LLANTAS

Estos pozos tienen la forma de un tonel de agua, y estos son usados debajo de los tejados de las casas para su captación con una capacidad de 3 mt³ si se usa llantas ring 15

MATERIALES

- 5 Llantas viejas Ring 15
- 1 Saco de cemento
- 1 Saco de arena de río
- Libra de clavos de 1½ pulgada
- 1 Bote de ¼ de tapa-gotera de lámina
- 1 cincel
- 1 machete
- 1 piedra de afilar
- 1 Libra de alambre de amarre

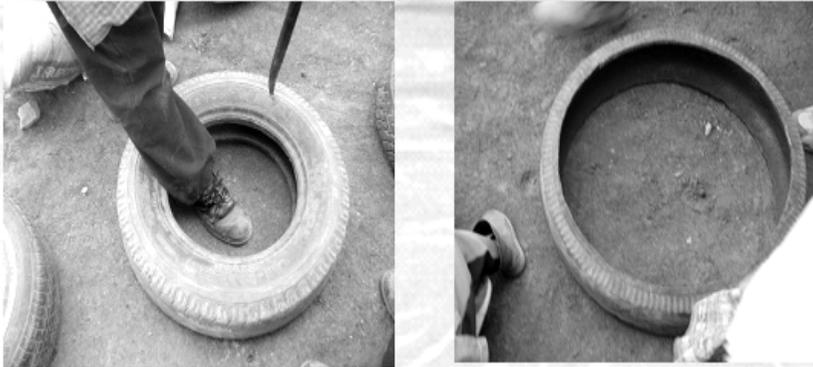
NOTA: Los materiales aquí mencionados, son para la construcción de un pozo de llantas tipo barril con un costo de Q..

PASOS A SEGUIR

1. Se ubicará el pozo de llantas tipo barril debajo del techo de la casa o de alguna galera para la captación del agua de lluvia y posterior uso, ya sea doméstico o agrícola.



2. A las llantas se le cortará aproximadamente de 5 a 7 cm de ambos lados, siguiendo el agujero que éstas traen en el medio con la ayuda de un cincel o bien de un machete.



3. Luego de cortar las llantas se le dan vuelta para que la parte interior de la llanta quede afuera.



4. Se hará la mezcla de cemento y arena con una proporción de 3:1 al igual que se hizo para el pozo artesanal.



5. Se fundirá una llanta en el piso



6. Luego se colocarán las otras cuatro llantas una encima de otra.



7. A las llantas se le harán unos pequeños agujeros en el lado de adentro por lo cuales se pasará el alambre de amarre, con el que se cocerán las llantas.



8. Finalmente entre la costura de cada llanta se untará el tapa-gotera para que termine de sellar algún hueco que haya quedado sin cocer y se dejará secar al aire libre.



9. Y listo el pozo de llantas tipo barril ya se encuentra apto para captar el agua de lluvia.





ANEXO 3.5

LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE POZOS DE CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA



El agua de lluvia que entra en los pozos casi siempre arrastra sedimento de los techos de las casas y canales, el cual va rellenoando el pozo sino se limpian periódicamente, pero al mismo tiempo los fuertes vientos acarrean hojas de los árboles y polvo, el cual se va sedimentando en el fondo de los pozos.

LIMPIEZA

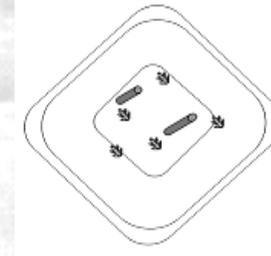
La limpieza de los pozos de captación se debe realizar por lo menos una vez a la semana para evitar que sea criadero de insectos (entre ellos los mosquitos y zancudos), y poder obtener de ellos agua para utilizar en nuestros hogares.

Materiales

- 1 Escoba de cerdas plásticas que este limpia
- 2 bolsitas (populinos) de cloro
- 1 botella de doble litro de gaseosa desechable
- 2 cubetas llenas de agua

Procedimiento

1. Se recoge la basura, hojas y ramas que se encuentren dentro del tanque



2. Si el tanque tiene poca agua, con la escoba barra el fondo del tanque para juntar la tierra que se encuentra en el fondo del mismo y recogerla para que no tape la tubería de desagüe.



3. Con una de las cubetas de agua se moja las paredes del tanque y se restriegan con la escoba para quitar toda la suciedad y polvo de ella.
4. En la botella de doble litro se agregan las dos bolsitas de cloro, y se termina de llenar con agua. Esta mezcla se rocía en la parte superior de los tanques y con la escoba va cepillando de arriba hacia abajo, para que toda la pared quede impregnada de cloro.
5. Debido a que el suelo del pozo tiene un poco de agua, incluyendo la que agrego con cloro; se restriega el fondo el mismo con la escoba para lavarlo y quitar las manchas verdes y negras que se tiene el mismo.

6. Con la misma escoba va retirando el exceso de agua que hay en el fondo, la cual va juntando cerca de la tubería de desagüe para que toda la suciedad que quedo dentro del pozo sea retirada



7. Con estos procedimientos podemos evitar que nuestros pozos se vean de esta forma y que nuestra agua se contamine con algas y moho



8. Si se siguen estos pasos sus pozos siempre se mantendrán limpios y el agua se podrá utilizar para uso domestico



MANTENIMIENTO

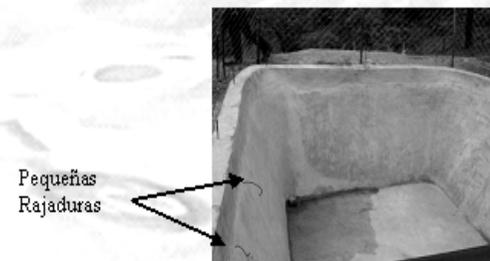
El mantenimiento igual a la limpieza se debe realizar semanalmente para que nuestros pozos un tiempo de vida mayor.

Siguiendo los siguientes consejos nuestro pozo se mantendrá en buen estado

Reparación cuando se rajan

Los pozos siempre se rajan un poco, normalmente en la época de verano, cuando no llueve mucho y el sol es muy fuerte, pero también la raíz de algún árbol llegue a afectar la pared de nuestros pozos.

Si las rajaduras son pequeñas, solo tienen que sellarse con un poco de mezcla de cemento.



La mezcla se hace semilíquida, usando una proporción de 2 (dos) paladas de área y 1 (una) de cemento. Esta mezcla se frota con cuchara de albañil en donde están las grietas.

Si las rajaduras son bien pequeñas, se puede frotar un banano verde por donde están las grietas, porque la liga del banano hace el mismo trabajo que la mezcla de cemento.

Es importante reparar las grietas cuando todavía están bien pequeñas y no dejarlas que se hagan grandes, porque si las grietas llegan a ser muy grandes, habría que botar todo el repello y repellarlo de nuevo

Mantenimiento de los pozos cuando están llenos de agua

Cuando los pozos se encuentran llenos de agua estos pueden atraer insectos como el crecimiento de algas y mohos, por lo que se recomienda diferentes metodologías mantener el agua limpia y libre de insectos



Metodología

1. Con aceite de cocina

Para evitar que en nuestros pozos crezcan larvas de insectos, se debe agregar 1/2 vaso de aceite vegetal por cada metro de agua que se capta en el pozo.

La capa que forma el aceite sobre la superficie del agua, ahoga a las larvas de los zancudos o moscas

2. Con patos

Dentro de nuestros pozos se pueden colocar de 2 a 4 patos para que estos se coman las larvas e insectos que se encuentran dentro del mismo. Pero estos se deben dejar por una par de horas al día.



3. Con cal

Se agrega 4 (cuatro) onzas de cal por cada metro de agua, esto nos sirve para que los sedimentos (polvo, tierra, arena) se vayan al fondo del pozo y nuestra agua quede cristalina.

El problema de esta metodología, es que existen cultivos que no toleran el alto pH (potencial de hidrógeno) y los pueden quemar o bajar la producción.

4. Con cloro

Se agregan 11 cucharaditas de cloro comercial por cada metro de agua que posea nuestro pozo, con estos podemos evitar que crezcan algas y mohos dentro de nuestros tanques, al mismo tiempo estamos purificando nuestra agua para poder usarla en nuestros hogares.



METODOS DE PURIFICACION DE AGUA

AVA GABRIELA CASTILLO DIAZ

FOLLETO AZUL

TOMO IV



ANEXO 3.6

MÉTODOS DE PURIFICACION DE AGUA



El agua es uno de los recursos naturales fundamentales y es uno de los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo humano, junto con el aire, la tierra y la energía solar.

El agua es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no es útil, sino nociva, o de calidad deficiente. La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha permitido evidenciar que entre los factores o agentes que causan la contaminación de ella están: agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radioactivas y el calor.

CAUSAS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

Se le llama agua contaminada a la que se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen no útil para los usos pretendidos.

Los principales contaminantes del agua son:

- ☉☼ Agentes patógenos: bacterias, virus, protozoarios y parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.

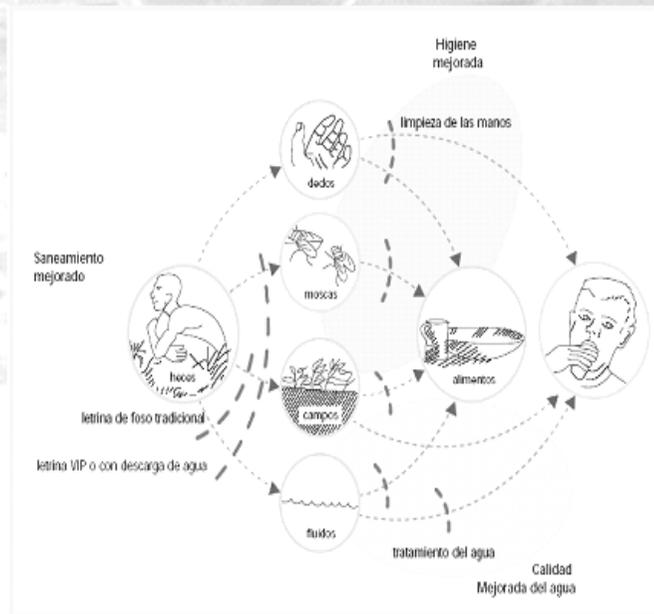
- ☉☼ Desechos que requieren oxígeno: los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradables. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
- ☉☼ Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo) que envenenan el agua.
- ☉☼ Los nutrientes vegetales: son los que pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- ☉☼ Sustancias químicas orgánicas: tales como el petróleo, plásticos, plaguicidas y detergentes que amenazan la vida.
- ☉☼ Sedimentos o materia suspendida: son partículas insolubles de suelo que ensucian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- ☉☼ Calor: ingresos de agua caliente, lo que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

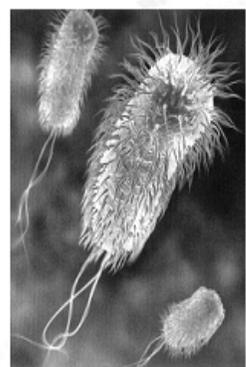
De las 37 enfermedades más comunes entre la población de América Latina, 21 están relacionadas con la falta de agua y con agua contaminada. En todo el mundo estas enfermedades representan 25 millones de muertes anuales.

Las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua. Las enfermedades transmitidas por medio de aguas contaminadas, insectos y bacterias son: cólera, tifoidea y paratifoidea, disentería bacilar y amebiana, diarrea, hepatitis infecciosa, parasitismo, salmonella, filariasis, malaria, tripanosomiasis, oncocercosis, schistosomiasis, tracoma, conjuntivitis y ascariasis; entre otras.

RUTAS DE TRANSMISIÓN DE PATÓGENOS



ALGUNOS PARÁSITOS QUE SE PUEDEN ENCONTRAR EN EL AGUA CONTAMINADA

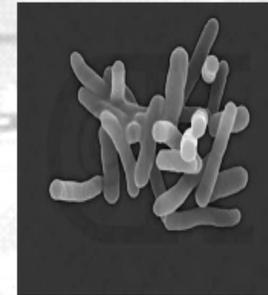


Echerichia coli

Existen varios tipos de *Echerichia coli*, si no trata a tiempo la infección propiciada por esta bacteria puede ser mortal.

Síntomas:

- ☉ ✂ Calambres abdominales
- ☉ ✂ Diarrea con sangre, grave
- ☉ ✂ Diarrea sin sangre
- ☉ ✂ sin fiebre o fiebre leve
- ☉ ✂ Destrucción de glóbulos rojos
- ☉ ✂ Problemas renales

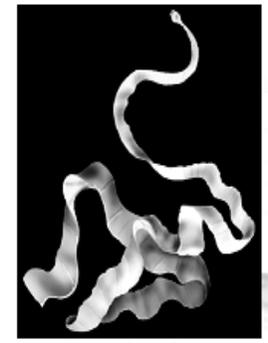


Shigella sp.

Hay cuatro grupos diferentes de *Shigella* que pueden infectar a los humanos, algunos de ellos provocan una enfermedad leve, y en otros más grave.

Síntomas:

- ☉ ✂ Diarrea con cólicos estomacales (algunas veces con mucosidades y sangre)
- ☉ ✂ Fiebre alta,
- ☉ ✂ náuseas y vómitos

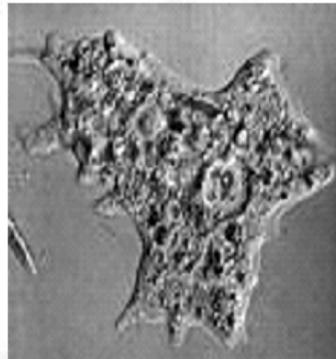


Tenia o Solitaria

La tenia o solitaria son animales que viven solos en el interior del intestino delgado y grueso del individuo. Hay casos en que pueden medir hasta 10 mt.

Síntomas:

- ☉ ✂ Náusea
- ☉ ✂ Dolor abdominal o diarrea
- ☉ ✂ Nerviosismo
- ☉ ✂ Problemas para conciliar el sueño
- ☉ ✂ Falta de apetito y pérdida de peso.



Ameba

La ameba es un protozoo, unicelular, viven en el agua y tierra

Síntomas:

- Náuseas
- Diarrea
- Pérdida de peso
- Dolor abdominal
- Fiebre ocasional



La Giardia es un protozoo que vive en agua contaminado

Síntomas:

- ☉ ☒ Diarrea leve o grave
- ☉ ☒ Calambres
- ☉ ☒ Diarrea crónica durante varias semanas o meses,
- ☉ ☒ Pérdida de peso significativa.

Giardia

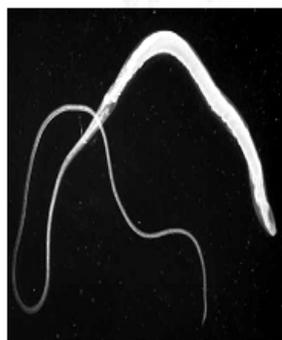


Los oxiuros son visibles a simple vista. Tienen el tamaño de una grapa, son de color amarillo-blancuzco y parecen pequeños hilos que se mueven activamente.

Síntomas:

- ☉ ☒ Comezón en el área perineal
- ☉ ☒ Sueño irregular
- ☉ ☒ Irritabilidad

Oxiuros



La lombriz de látigo mide de 3 a 5 centímetros las hembras son más largas que los machos. La punta del gusano se clava en la mucosa del intestino.

Síntomas

- ☉ ☒ Dolor
- ☉ ☒ Diarrea con sangre.
- ☉ ☒ Por el esfuerzo de tantas evacuaciones provoca la salida del recto a través del ano.

Tricocefalo (Lombriz de Látigo)

Todas estas bacterias y lombrices podemos encontrar en el agua contaminada provocando que nuestra familia se enferme y si no se trata a tiempo estas pueden llegar a ser mortales.

Debido a esto se debe siempre purificar el agua, porque aunque esté cristalina no sabemos si en ella se encuentran estas bacterias y lombrices.

MÉTODOS DE PURIFICACIÓN DEL AGUA

El fin de purificar el agua es matar a los gérmenes y parásitos. Esta purificación puede hacerse de varias maneras. La purificación se logra mediante desinfectantes químicos y/o físicos. Estos agentes también extraen contaminantes orgánicos del agua, que sirven de nutrientes o cobijo para los microorganismos. Los desinfectantes no solo deben matar a los microorganismos sino que deben además tener un efecto residual, que significa que se mantienen como agentes activos en el agua después de la desinfección para prevenir el crecimiento de los microorganismos provocando la recontaminación del agua.

Método SODIS (Solar Disinfection System)



El método SODIS usa la energía solar para destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades transmitidas por el agua y de esa manera mejorar la calidad del agua utilizada para el consumo humano.

Este método es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua con poca suciedad. Siendo el procedimiento el siguiente: Se llenan botellas de plástico transparente con el agua contaminada, posteriormente se exponen a la luz solar durante seis horas. La exposición al sol destruye los patógenos. Cuando la nubosidad es mayor de 50%, es necesario exponer las botellas de plástico durante 2 días consecutivos para obtener agua segura para el consumo humano.

Factores que incrementan la eficacia:

- Ⓢ Usar agua cruda con baja suciedad.



Agua con baja
suciedad



Agua con mucha
suciedad

- Ⓢ Colocar las botellas horizontalmente o ligeramente inclinadas sobre una superficie.
- Ⓢ Colocar las botellas en una lamina o sobre un fondo negro que refleje luz solar.
- Ⓢ Con papel aluminio y una caja se puede construir un colector solar simple (en lugares donde las casas sean de techo de paja).
- Ⓢ Asegurar que no caiga sombra sobre las botellas.
- Ⓢ Si el agua alcanza una temperatura de 50°C, 1 hora es suficiente tiempo de exposición.
- Ⓢ Si el cielo está más que 50% nublado, exponer las botellas 2 días consecutivos.
- Ⓢ Empezar exponiendo las botellas tan temprano en la mañana como sea posible.
- Ⓢ En caso de lluvias continuas, se recomienda recolectar agua de lluvia o hervir el agua.

Factores que reducen la eficacia:

- Ⓢ Botellas sucias o agua sucia.
- Ⓢ Botellas viejas, rayadas, oscuras y de color.
- Ⓢ Baja radiación UV-A.
- Ⓢ Cielo nublado.
- Ⓢ Baja temperatura del aire.
- Ⓢ Botellas colocadas verticalmente en lugar de horizontalmente.
- Ⓢ Botellas llenas sólo hasta la mitad.

METODOLOGIA

Procedimiento de aplicación:

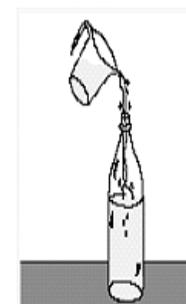
1. Se obtendrán botellas de plástico de hasta 3 litros transparentes.
2. Se verifican que las botellas sean herméticas, incluido el estado de la tapa.

3. Revisado el estado de la botella, se lavará bien para eliminar cualquier residuo que pueda contaminar la muestra (lavar solamente con agua y cloro).
4. Se verificará que el agua esté lo suficientemente clara
5. La botella se llenará $\frac{3}{4}$ de su capacidad total y se agitará por 20 min. Para evitar burbujas de aire a la hora de su exposición. Luego se termina de llenar
6. Se colocará sobre soporte adecuado para exponer la botella, por ejemplo una lamina con nylon negro para tener mejor captación de luz solar.
7. Dependiendo de la intensidad solar se dejará de 12 horas a tres días para su purificación.

Procedimiento para la Exposición



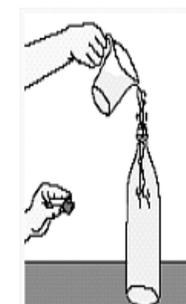
1. Lave bien la botella al usarla por primera vez.



2. Llene 3/4 de la botella con agua.



3. Agite la botella durante 20 segundos.



4. Ahora, llene la botella completamente y cierre la tapa.



5. Coloque la botella sobre una calamina.



6. O póngala en el techo o en un sitio de fácil acceso.



7. Exponga la botella al sol desde la mañana hasta la noche, por lo menos 6 horas.



8. Ahora, el agua está lista para su consumo después de haber enfriado.

PURIFICACIÓN DE AGUA POR RAYOS ULTRAVIOLETA



La purificación del Agua mediante rayos ultravioleta es un método rápido y único para desinfectar el agua sin utilizar productos químicos ni calor. Este método utiliza lámparas germicidas de ultravioleta que producen radiaciones de pequeñas ondas que son letales para las bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el agua común.

Los sistemas de tratamiento y desinfección de Agua mediante UV - Ultravioleta, garantizan la eliminación de entre el 99,9% y el 99,99 de agentes patógenos.

Este nuevo sistema consiste una cubeta de 8 galones la cual purifica el agua, cuando la misma pasa por una lámpara de Rayos U.V., teniendo inmediatamente agua potable, con las características físicas y bacteriológicas deseadas, para el consumo humano.

Ventajas de su Uso

- o Se trata de un tratamiento físico, sin necesidad de almacenamiento de ningún producto químico peligroso.
- o No cambia las propiedades del agua tratada.
- o No tiene peligro o efectos negativos sobre el agua en caso de sobredosisificación.
- o Simple y barato de mantenimiento de las instalaciones.
- o Sencilla instalación sobre canalizaciones de agua ya existentes.
- o Posibilidad de uso para aguas destinadas a distintos usos: consumo humano, industria alimentaria, procesos industriales, laboratorios, agricultura, etc.
- o Compatible con otros procesos, como los generadores de ozono

METODOLOGIA

1. Se recolectara agua en tinajas.
2. Se encenderá la lámpara de rayos U.V.
3. El agua recolectada se verterá en la parte superior de la cubeta.
4. Se dejará circular el agua dentro de parte superior para que los Rayos U.V. hagan efecto sobre el agua.

5. Cuando ya no se escuche la caída de agua, se apagará la lámpara U.V.
6. Listo el agua se puede tomar.



Paso No. 1

Se enciende la lámpara UV



Paso No. 2

Se vierte el agua en la parte superior de la cubeta



Paso No. 3

Se deja circular el agua hasta el fondo de la cubeta para el sistema de rayos U.V. sea efectivo



Paso No. 4

Cuando ya no se escuche la caída del agua, se apaga la lámpara de Rayos U.V.



Paso No. 5

El agua esta lista para tomarse

Purificación Mediante Ebullición

Hervir el agua es el método más seguro y sencillo, pero no siempre es posible utilizarlo. La mayoría de microorganismos (bacterias y virus) son neutralizados al alcanzar una temperatura de 65°-70°C durante un minuto.

A nivel del mar, el agua hierve a 100°C; por lo que, un minuto después de llegar a la ebullición, el agua está desinfectada. Hay que tener en cuenta que por cada 1000 metros de altura, el tiempo de hervor se extenderá 3 minutos.

Para mejorar el sabor del agua se pasa de un envase a otro varias veces, proceso conocido como aireación, después se deja reposar por varias horas y se le agrega una pizca de sal por cada litro de agua.

Metodología

1. Se recolectará el agua.
2. Se colocará dentro de un recipiente para calentar
3. Se dejará llegar a punto de hervir por 10 min.
4. Se dejara enfriar dentro del mismo recipiente.
5. Se tapaná para evitar que entren insectos y polvo.

PURIFICADORA ONIL

Estos filtros fueron diseñados para las familias de las áreas rurales de nuestro país, la cual usa una candela de cerámica y carbono activado, los cuales en conjunto reducen un 99.99% de parásito y bacterias patógenas. También reduce la cantidad de oxido y sedimentos.

El purificador consta de tres piezas:

- ☉☼ Tapadera de base superior (permite aislar el agua a filtrar)
- ☉☼ Base Superior (recipiente donde se coloca el agua a purificar)
- ☉☼ Base Inferior (recipiente que recibe el agua purificada)

Características:

Las candelas cerámicas proporcionan una estructura micro porosa fina que funciona como una barrera física a cualquier partícula mayor de 0.9 micras. Todas las partículas mayores a ese tamaño son atrapadas en la superficie y en el interior de la cerámica la cual esta impregnada con finas partículas de plata para inhibir el crecimiento de bacterias. En su interior las candela contiene carbón activado que reducen el nivel de componentes químicos y orgánicos del agua, así como también mejora el sabor de la misma. Esta candela se debe de lavar por lo menos una vez a la semana para que la filtración sea efectiva.

Este purificador puede filtrar 10 galones de agua en 24 horas o 1.5 litros por hora, la filtración es inmediata al momento de colocar el agua sucia en el bote superior.

Pasos a seguir

1. Se llena la base superior con el agua que vamos a utilizar para tomar.
2. Se tapa la base superior con la tapadera para que no entre insectos o polvo.
3. Luego de 1 hora tendremos agua purificada para tomar.

Purificación Mediante Cloro

La cloración es el método más común para desinfectar y es el único con efecto constante durante mucho tiempo después de haber efectuado la cloración

Es uno de los métodos más rápidos, económicos y eficaces para eliminar las bacterias contenidas en el agua. La cantidad de cloro que debe agregarse al agua generalmente son tres gotas por litro. Después de agregar el cloro, es importante esperar media hora antes de tomar el agua.

DOSIFICACIÓN DE CLORO POR CANTIDAD DE AGUA A SER TRATADA

Tratamiento del agua con una solución clorada líquida al 5 a 6 por ciento		
Cantidad de agua a ser tratada	Para agua limpia, agregue esta cantidad de cloro	Para agua turbia muy fría, o para agua de superficie, añada esta cantidad de cloro
1 cuarto o 1 litro	3 gotas	5 gotas
1/2 galón o 2 litros	5 gotas	10 gotas o 1/8 cucharilla
1 galón o 4 litros	10 gotas o 1/8 cucharilla	20 gotas o 1/4 cucharilla
5 galones o 19 litros	50 gotas o 2.5 mililitros	5 mililitros o 1 cucharilla
10 galones o 38 litros	5 mililitros o 1 cucharilla	10 mililitros o 2 cucharillas

Paso a seguir:

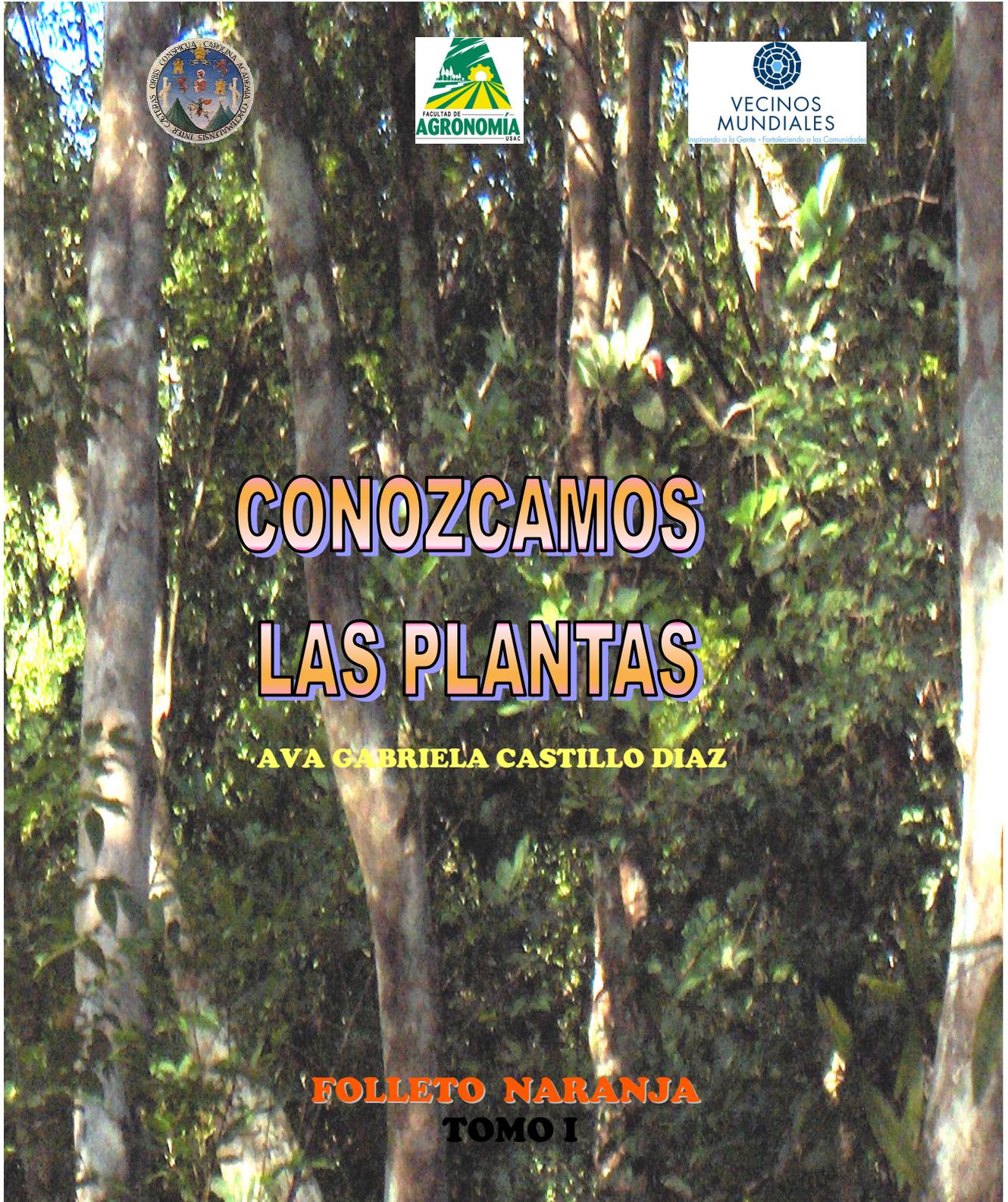
1. Se recogerá un 1 litro, dentro de un pichel limpio
2. Se agregaran 2 gotas de cloro usando un gotero o una pajilla,
3. Se dejará reposar el agua por 30 minutos.
4. Se cubrirá el pichel con una tapa o una tela.

Desinfección Mediante Yodo

La yodación del agua es uno de los métodos clásicos para potabilizarla, aunque los niños, las embarazadas o personas que tienen enfermedades del tiroides, no pueden consumir agua yodada. Tampoco es aconsejable consumirla durante periodos prolongados.

Pasos a seguir:

1. Se recogerá un 1 litro agua, dentro de un pichel limpio.
2. Añada cinco gotas de yodo al 2% por litro de agua.
3. Se dejará reposar durante 30.
4. Se cubrirá el pichel con una tapa o una tela.



ANEXO 3.7

*ALEJADO EL HOMBRE DE LA NATURALEZA
PREOGRESIVAMENTE PIERDE SU SALUD*

M. LAZAETA

COMO ESTA FORMADA UNA PLANTA

A los pueblos siempre les ha interesado el estudio de las plantas, debido al papel tan importante que tienen en nuestra existencia, ya que las funciones que desempeñan constituyen un factor indispensable para la vida terrestre y los productos que proporcionan son utilizados por los animales y el hombre.

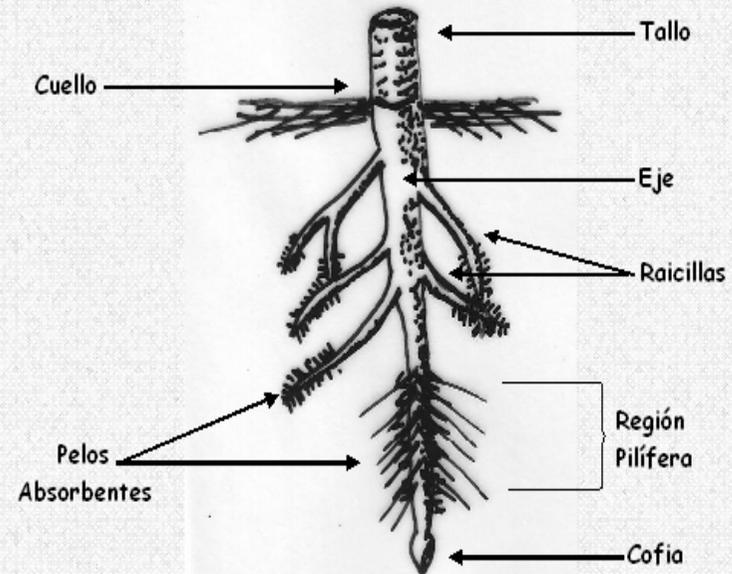
En las condiciones actuales no sería posible la vida animal y humana sin las plantas, ya que ellas se encargan de elaborar las sustancias orgánicas que los animales y el hombre aprovechan en su nutrición. El hombre no solamente aprovecha las plantas en su alimentación, sino también en la **MEDICINA** y sobre todo en la industria, pues la mayoría de las materias primas para esta son tomadas de las plantas. Y no olvidemos que son los únicos seres vivos que producen **Oxígeno**, por lo tanto sin plantas no hay vida.

En este folleto se tratará de mostrar de una manera simple las partes externas que forman a las plantas, y que posteriormente serán útiles, para cuando se deba conocer o coleccionar una determinada planta o sus partes, para medicina o alimento.

LA RAIZ

La raíz es el órgano de las plantas, que primero se desarrolla; para ello rompe la envoltura de la semilla y crece dirigiéndose hacia el centro de la tierra. Fija a la planta en el suelo, del que absorbe parte de las sustancias (agua y sales minerales) con las cuales elabora sus propios alimentos.

Las raíces tienen por lo común colores cafés, grises y blanco amarillento, como se observa en el maíz, frijol, el trigo y en la mayoría de las plantas. Aunque hay raíces de diferentes colores, como rojas en el rábano; anaranjadas como en la zanahoria; blanca como en el nabo; etc.



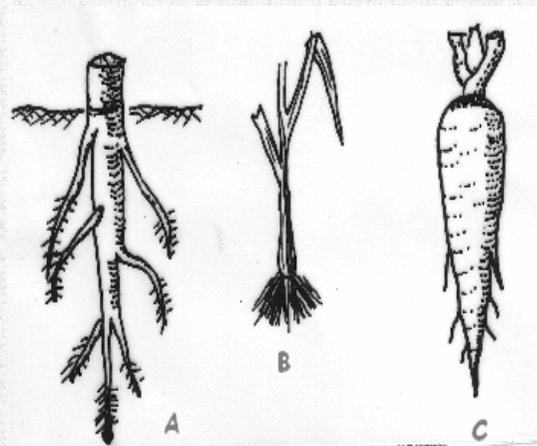
El tamaño de las raíces es muy variado, pues hay desde muy pequeñas, hasta las que tienen 40 metros o más. De manera general, se puede indicar que las raíces más pequeñas se pueden ver en las plantas que viven en el agua, y las más grandes pertenecen a los árboles de los bosques tropicales.

Las raíces tienen formas muy diversas según la clase de plantas y el medio en que se desarrollen; sin embargo, esas formas tan variadas se pueden agrupar en dos grandes grupos que son:

A. **RAÍCES PIVOTANTES O TÍPICAS:** son las que muestran el eje primario o raíz principal muy desarrollada, el cual penetra casi verticalmente en el suelo y se distingue fácilmente sus ramificaciones. Ejemplo, frijol, quilete, chile, etc.

B. **RAÍCES FIBROSAS O FASCICULADAS,** que son en las que el eje principal es muy pequeño, y las raíces secundarias adquieren gran desarrollo, son muy abundantes y salen todas más o menos del mismo sitio. Ejemplo, maíz, trigo, avena, etc.

C. **RAÍCES TUBEROSAS:** son cuando las raíces pivotantes o fibrosas se llenan de reservas y se hinchan, por ejemplo, remolacha, zanahoria, etc.

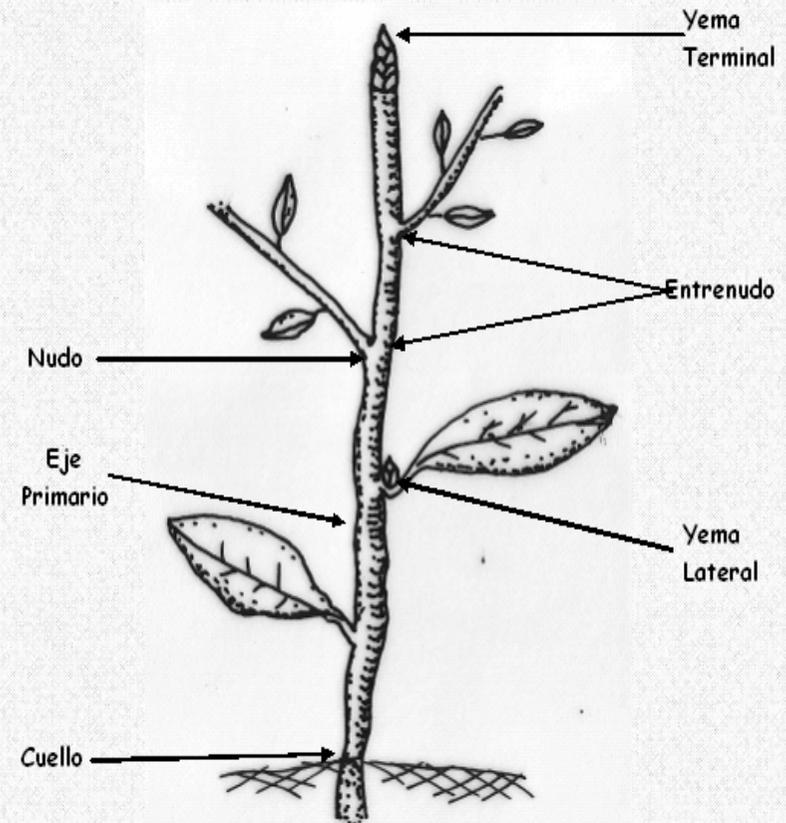


La importancia de las raíces se debe a que fijan la planta al suelo, absorben aguas y sales minerales disueltas para que la planta pueda elaborar su propio alimento, y también tiene función de reserva, pues, puede almacenar sustancias como agua, azúcares, almidón y a veces proteínas.

EL TALLO

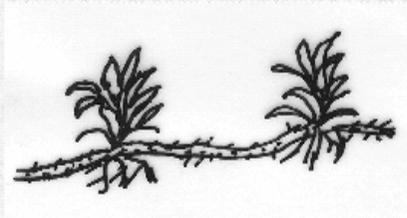
El tallo es el órgano de planta que se desarrolla en sentido contrario a la raíz, posee yemas, hojas y sostiene a las flores y a los frutos; por lo común es aéreo, aunque en ocasiones es subterráneo. Como función principal desempeña la de conducción y de sostén.

Los tallos herbáceos son de color verde, los semileñosos de los arbustos y los leñosos de los troncos de los árboles, presentan color pardo y grises en todos sus tonos.



Los tallos por la forma en que crecen pueden ser:

- A. Rastreros: son tallos totalmente tendidos sobre el suelo y por lo común capaces de formar raíces de trecho en trecho, especialmente en los nudos, por ejemplo fresas, helechos, etc.



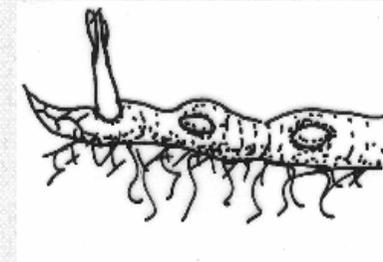
- B. Erectos: son los que crecen rectos desde el cuello hasta su punta, que son casi todas las plantas,



- C. Trepadores: que suben sobre otras plantas, ya sea que se enrosque, por ejemplo quiebracajete, por medio de raíces, como la hiedra, por medio de zarcillos, como el esponjuelo, etc. Los tallos trepadores se denominan lianas cuando son muy gruesos.



- D. Rizoma: son tallos subterráneos, que corren paralelamente a la superficie del suelo, de cuyos nudos brotan tallos aéreos, por ejemplo algunos helechos, jengibre, cocolmea, etc.



- E. Tubérculo: tallo subterráneo generalmente corto, muy engrosado y provisto de yemas, por ejemplo la papa.



- F. Bulbo: tallo subterráneo muy corto y cubierto de brácteas, por ejemplo cebolla, azucena, etc.



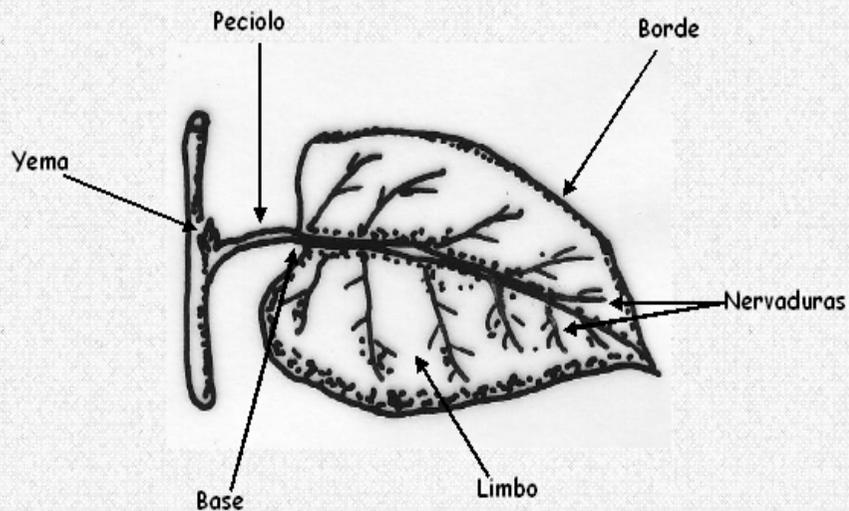
La importancia del tallo es que sostienen las ramas, hojas, flores y frutos; y tienen de tal manera distribuidos sus tejidos de resistencia, que soportan muy bien estos órganos citados, así como resistencia al viento y lluvia. Pero la función principal es la de llevar agua y sales minerales desde la raíz hasta las hojas y llevar la sabia (sustancias nutritivas) elaborada en las hojas al resto de la planta y a los órganos de reserva.

LA HOJA

Las hojas nacen de los nudos del tallo y ramas; generalmente son en forma de lámina y de color verde, tienen crecimiento limitado; constituyen una de las partes más importantes de la planta, pues en ellas se efectúan principalmente las funciones de fotosíntesis, transpiración y respiración.

Partes de la hoja

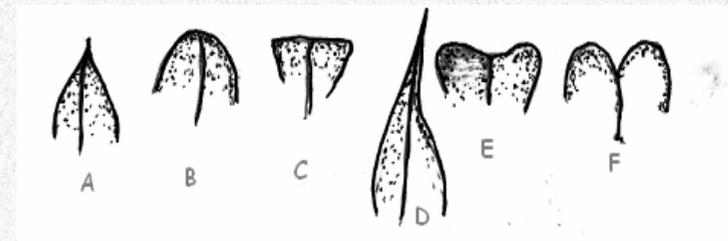
Las hojas se encuentran en todas las plantas, y adoptan formas y tamaños muy variados. Una hoja está formada principalmente por dos partes el *pecíolo* y el *limbo*.



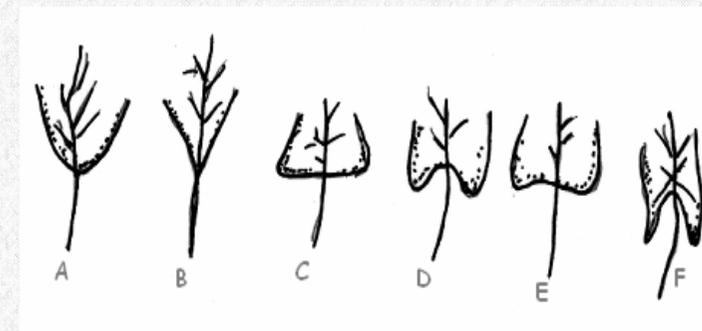
PECÍOLO, es la parte de la hoja que sostiene al limbo y lo une al tallo, en la mayoría de las plantas es delgado y cilíndrico, aunque puede variar.

LIMBO, es generalmente la parte laminar de la hoja y la más importante, pues en el limbo se realiza principalmente la fotosíntesis y la transpiración de las plantas.

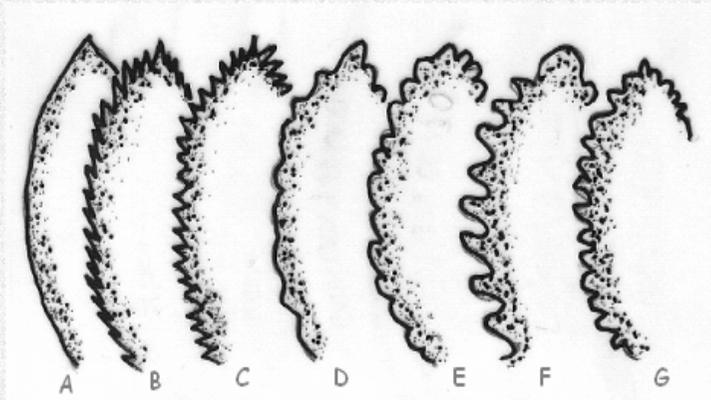
La mayoría de los limbos son de color verde, y están formados por: a) la cara superior o haz, generalmente es de un verde fuerte; b) la cara inferior o envés es generalmente de un verde más pálido que el de cara superior; c) la base; d) los bordes; e) la punta o ápice y f) las nervaduras. Los bordes, bases, ápice y las nervaduras pueden variar de forma y esta es característica de cada especie, a continuación se muestran las más comunes en las plantas.



Tipos de Apices: A. agudo; B. redondo; C. truncado; D. mucronado; E. retenido; y F. escotado



Tipos de Bases: A. redonda; B. cuneiforme; C. truncada; D. cordiforme; E. reniforme; F. sagitada

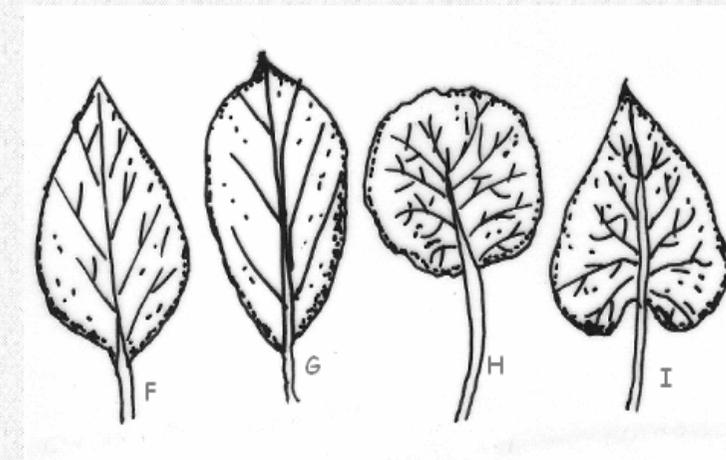
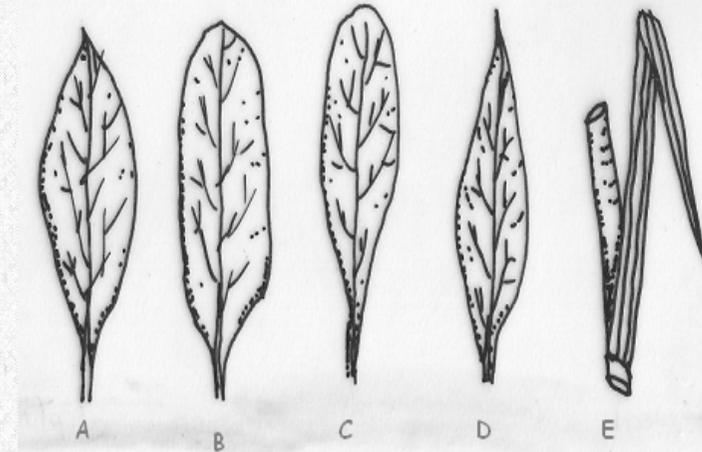


Tipos de Borde: A. liso; B. aserrado; C. dentado; D. ondulado; E. crenado; F. lobulado; G. raído.

Además las hojas pueden estar formada por una sola pieza o de varias por lo que se clasifican en simples y compuestas. Hojas simples como en durazno, café, tomate, etc. Hojas compuestas como rosa, palmeras, jocote, etc.

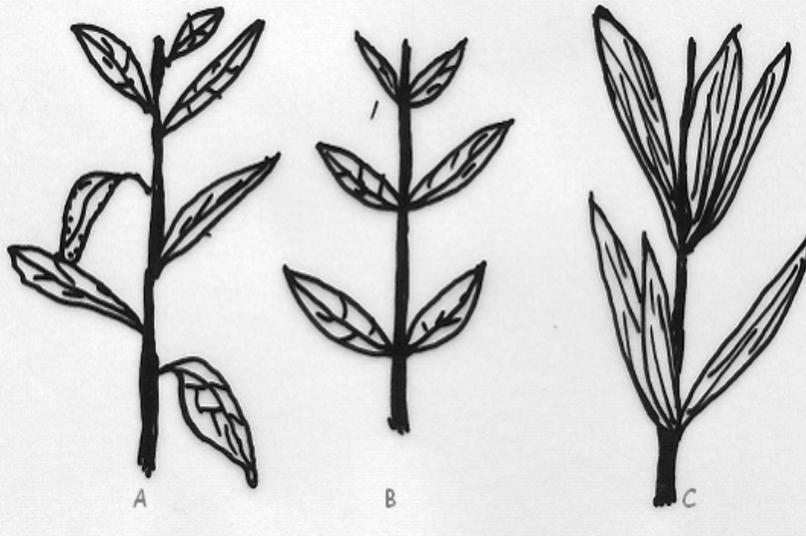


Hojas Compuestas: A. Pinnadas; B. Palmeada



Hojas Simples: A. elíptica; B. oblonga; C. espatulada; D. lanceolada; E. Lineal; F. ovada; G. abovada; H. orbicular; I. cordada

Por la disposición de las hojas en el tallo pueden ser: a) opuestas; b) alternas y c) verticiladas.



La importancia de las hojas es que ellas realizan la fotosíntesis, que por medio de las cual la plantas forman su alimento; las respiración, por medio de la cual ellas liberan el oxígeno al medio ambiente.

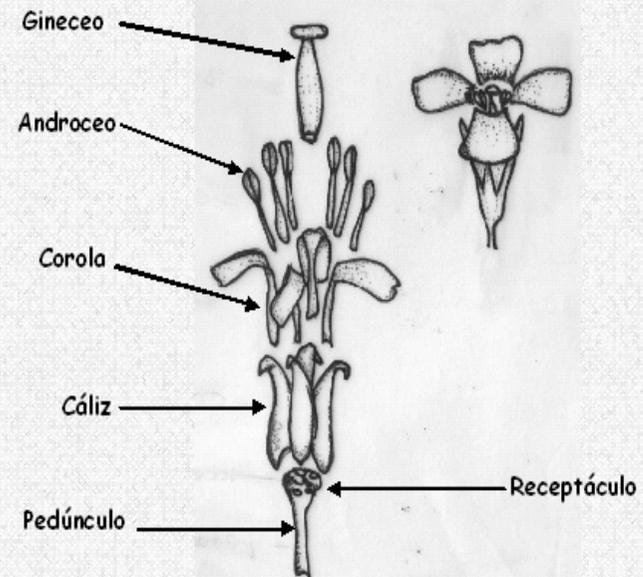
LA FLOR

La flor es la parte de la planta, formada por un conjunto de hojas modificadas y que contienen los órganos reproductores.

Las flores se desarrollan del tallo y se originan de las yemas florales, cuando la planta llega al estado adulto. Las flores tienen crecimiento limitado y se distinguen por sus colores llamativos.

Partes de la flor

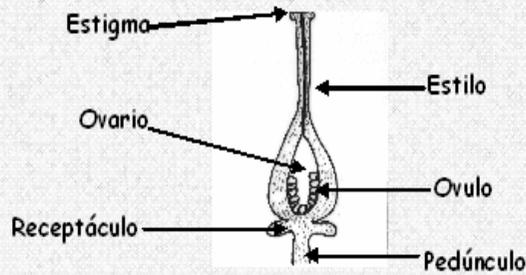
Una flor completa de las plantas con flores consta de las siguientes partes: pedúnculo, envolturas florales (cáliz y corola), órgano reproductor femenino (gineceo) y órgano reproductor masculino (androceo). En algunas ocasiones algunas de estas partes pueden faltar y entonces se dice que la flor es incompleta.



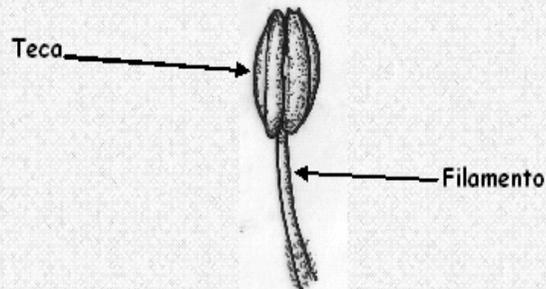
Conozcamos las Plantas

PEDUNCULO: es un pedicelo delgado que une la flor al tallo, terminado en un ligero ensanchamiento llamado receptáculo. Algunas veces puede faltar.

GINECEO: llamado también pistilo, ocupa el centro de la flor. Esta formado por tres partes principales ovario, estilo y estigma. El ovario es la región ensanchada y globosa del pistilo, y es la parte más importante del gineceo, debido a que contiene a los óvulos, los cuales a su vez encierran a los gametos femeninos. El estigma segrega diversas sustancias húmedas y pegajosas, funciona como un colector de granos de polen y el estilo lleva al gameto masculino al ovulo para completar la reproducción de la planta.



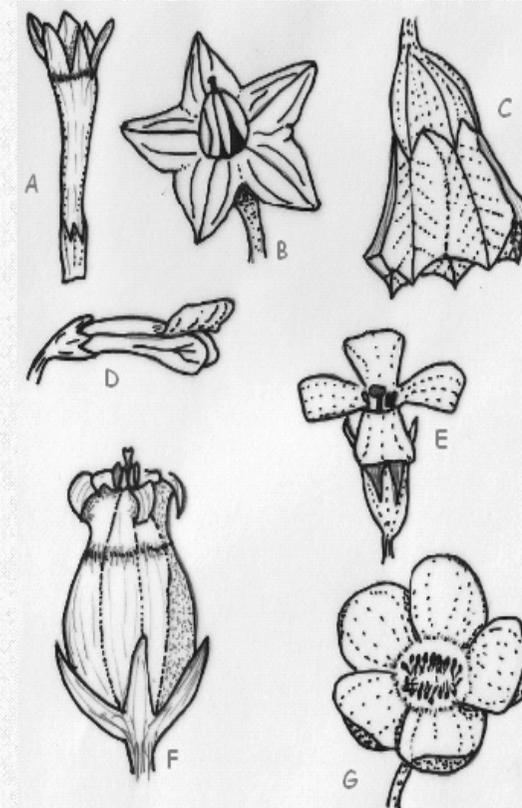
ANDROCEO: es la tercera envoltura de la flor y esta formado por los estambres u órganos reproductores masculinos. Los estambres pueden estar libres o soldados. Los estambres constan de dos elementos: el filamento y la antera. Los estambres dentro de la antera contienen los granos de polen, que a su vez, contienen a los gametos masculinos que son los encargados de la fecundación.



Conozcamos las Plantas

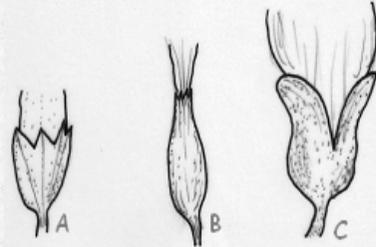
COROLA: es la segunda envoltura de la flor y esta formada por hojas modificadas llamadas pétalos, generalmente de colores llamativos, aunque hay casos como en la uva que son de color verde. Los pétalos pueden ser independientes uno de otro como en las rosas o estar unidos como en el quebracajete.

La función principal de la corola es la de proteger a los órganos reproductores. Por sus perfumes y colores brillantes influyen en la atracción de ciertos insectos que llegan a ellas a tomar el néctar del que se alimentan y así contribuyen a la polinización.



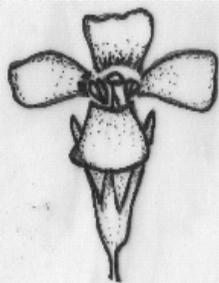
Tipo de Corola: A. tubulosa; B. rotiforme; C. campanulada; D. amariposada; E. crucífera; F. urceolada; G. Rosácea

CALIZ: es la envoltura más externa de la flor, esta formada por pequeñas hojitas de color verde, llamados sépalos, en ocasiones los sépalos toman otras coloraciones y entonces se parecen a los pétalos (ejemplo, azucena, granado).

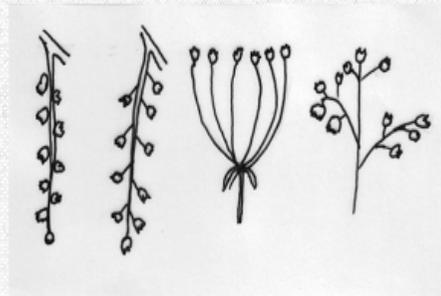


Tipos: A. cilíndrico; B. urceolado; C. bilabiado

Cuando las flores se encuentran solas se llaman flores solitaria (rosa, manzana, níspero, etc.), pero generalmente se hallan reunidas en grupos llamados inflorescencias (uva, llantén, trigo, banano, etc.).



Flor solitaria



Inflorescencia

La importancia de la flor es que en ella realiza la fecundación y reproducción de las plantas.

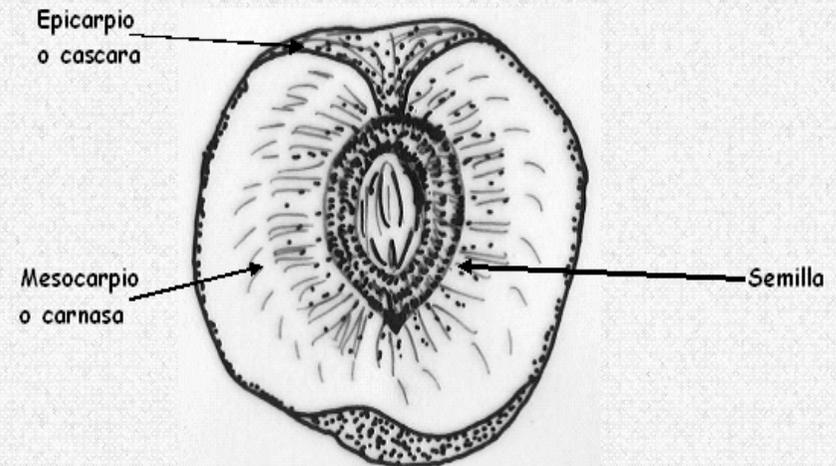
EL FRUTO

El fruto es el ovario desarrollado y maduro después de la fecundación. Después de la fecundación, caen los órganos florales a excepción del ovario que persiste, se desarrolla y sufre transformaciones que lo convierten en un fruto.

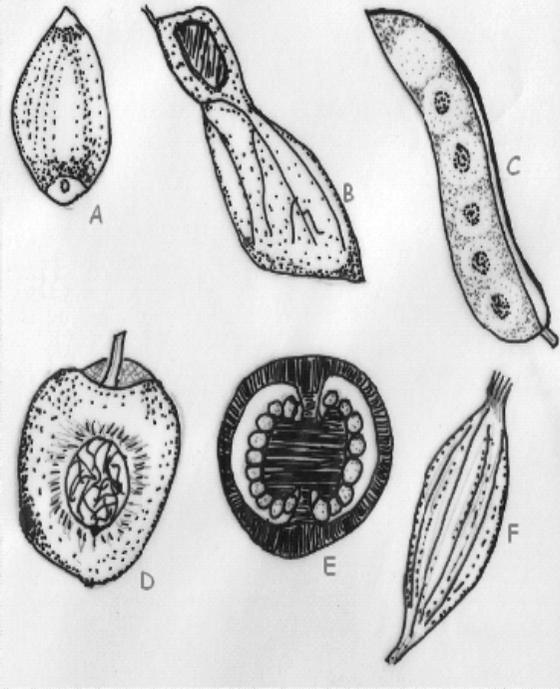
Los frutos pueden variar en tamaño desde muy pequeños (arroz) hasta grandes (sandía), en relación al color los frutos pueden tener ser de muchos colores, amarillos, rojos, azules, verdes, morados, rosados, etc.

Partes del fruto

El fruto completo y maduro consta principalmente del pericarpio y semilla o semillas.



PERICARPIO: es la parte del fruto que envuelve y protege a la semilla o semillas; se origina de la transformación de las paredes del ovario; y esta formado por el epicarpio y el mesocarpio.



Tipos de Frutos: A. aquenio; B. sámara; C. legumbre; D. drupa; E. baya; F. cariósipide

SEMILLA: es el ovulo fecundado, transformado y maduro de las plantas. Las semillas están formadas por dos partes principalmente: una externa, formada por el tegumento o cubierta que la envuelven; y otra interna, llamada almendra, que forma la mayor parte de la semilla y contiene el embrión, que es el que le da origen a una nueva planta.

La importancia del fruto es que el protege y madura a las semillas para producir nuevas plantas, y de esta manera poder propagarse.



COMO COSECHAR, SECAR Y GUARDAR PLANTAS MEDICINALES



Es necesario saber que, como y cuando se cosecha una planta para tener el efecto que se desea en forma eficiente y efectiva. La cosecha requiere de conocimiento y sabiduría, tal y como lo refieren los campesinos dedicados a esta actividad.

El productor debe orientarse sobre la importancia de observar cuidadosamente las condiciones en que crece la planta, si crece silvestre o cultivada. También que parte de la planta debe cosecharse, la época y la forma de corte que aseguren la actividad terapéutica y el manejo postcosecha que se refiere al lavado seco y almacenamiento.

COSECHA

Debe conocerse que parte de la planta se utilizara medicinalmente. Algunas plantas se usa toda la planta, en otras, las flores, hojas, frutos, corteza, raíz o rizoma.

Para la cosecha de una planta medicinal debe seleccionarse material sano, solo la parte que interesa, en la época, lugar y hora adecuada. Tener el lugar de secado preparado para evitar el deterioro de la planta y su posterior almacenaje.

La raíz: es la parte de la planta que la soporta fijándola al suelo. Como es el órgano vital del cual depende la vida de la planta, su recolección debe hacerse cuidando de no extraerla completamente o lastimar la raíz madre, lo que daría como resultado que muera la planta. En general la raíz debe cosecharse después de la floración y fructificación que es cuando los principios activos se encuentran en mayor concentración, y de preferencia al atardecer.

Las hojas: son las encargadas de realizar la fotosíntesis, respiración y transpiración. Deben cosecharse las hojas adultas al inicio de la floración o durante la misma, aunque en algunos casos la cosecha debe hacerse hasta la fructificación, por la mañana.

La corteza: es la parte externa del tallo de las plantas, y es la encargada de proteger a la planta, de daños externos. Los cortes deben hacerse tratando de no lastimar al árbol, la forma de los cortes deben ser verticales, nunca horizontal, ya que impide la circulación de la savia del árbol causando su muerte. Se cosecha la corteza de árboles adultos jóvenes y en época seca.

La flor: es la parte de la planta encargada de la reproducción y la encargada de producir las semillas por medio de la fecundación. Las flores deben cosecharse justo antes de la fructificación para no perder el fruto. Las flores se recolectan de acuerdo a la época de floración y en la mañana cuando ya no tienen rocío.

Cosecha y Preparación

El fruto: es el resultado de la fertilización de la flor dentro del cual se encuentran la semilla, el fruto pueden ser de muchas formas y tamaños, por ejemplo: en vainas como en el frijol; baya como la fresa; drupa como el durazno, etc. Los frutos se colectan en época de fructificación, durante la mañana cuando el ambiente no este muy húmedo.

SECADO

El secado es el paso más importante para lograr un producto de optima calidad, ya que de este depende que el producto este en condiciones de consumirse y conservarse por periodos prolongados (de 1 a 2 años las hojas y flores y de 2 a 3 años la corteza, raíces y rizomas). Pero antes de ponerlas a secar las plantas o sus partes han de seguirse los siguientes pasos:

- Selección cuidadosa de las plantas, se deben tirar las hojas secas o deterioradas, enfermas, decoloradas, manchadas o comidas por insectos.
- Lavar las planta con agua pura en una canasta o colador. La corteza, raíz o rizoma se deben lavar con un cepillo, para retirar todo tipo de suciedad que poseen.
- Sacudir cuidadosamente las plantas, para quitarles el exceso de agua y dejarlas escurrir muy bien para evitar que se pudran las plantas o sean atacadas por hongos.
- Si la planta o partes de la planta son muy grandes, en este punto es el momento de cortarla en partes más pequeñas.

A continuación se procede al secado, el cual debe hacerse a la sombra y en condiciones especiales ya que la humedad, el sol directo y el polvo pueden deteriorar el material y destruir sus propiedades medicinales. Cuando las plantas colectadas son pocas, estas se pueden amarar en manojos pequeños y ponerlas a secar a la sombra y en un lugar ventilado de la casa. Cuando el volumen cosechado es mayor, las plantas deben colocarse en azafates o tablones de madera

Cosecha y Preparación

cubiertos de papel periódico (para que el papel periódico absorba la humedad), o bien en azafates elaborados de tela metálica (para permitir la circulación del aire) y colocarlos a la sombra y preferiblemente cerca de la cocina para que el calor de esta colabore con el secado de las plantas. En ambos casos se necesita voltear las plantas diariamente, para que el secado sea parejo y las plantas no se deterioren.

ALMACENAMIENTO

Después de haber seguido cuidadosamente los pasos anteriores para asegurar un material vegetal seco de buena calidad, es preciso y de suma importancia almacenarlas adecuadamente, para poderlas conservar por un periodo largo de tiempo. Se aconseja que flores y hojas puedan ser almacenadas de 1 a 2 años y de 2 a 3 años corteza, raíz, rizoma y semillas.

Para almacenar el material seco se recomiendan los recipientes de vidrio de color oscuro o recipientes de plásticos opacos, ambos con tapadera de presión o de rosca, y rotular los recipientes con el nombre de la planta y fecha de envasado. Del almacenamiento depende que el producto no vuelva a absorber húmeda y se llene de hongos, lo cual haría el material inservible. Por otro lado, el almacenamiento adecuado contribuirá que el producto no este en contacto con otros factores que lo arruinan como el sol, polvo, roedores e insectos y garantizara que no haya perdida de las propiedades medicinales de las plantas.

DIFERENTES PREPARACIONES DE LAS PLANTAS MEDICINALES



La administración de las plantas medicinales y productos derivados debe hacerse con mucho cuidado para garantizar que se alcance el efecto terapéutico deseado. Existe la creencia que la mayor efectividad de las preparaciones terapéuticas se obtiene con plantas frescas, pero la mayoría de las veces no es así.

Si bien en algunos casos es preferible usar las plantas frescas para hacer las preparaciones, usando las plantas secas podemos tener abastecimiento todo el año, es más fácil almacenarla y podemos medir mejor la cantidad a utilizar.

Con el fin de hacer el mejor uso posible de las plantas medicinales y los productos derivados, a continuación se describe las formas de preparación y administración de las plantas medicinales.

FORMAS DE PREPARACION

ACEITE

Este procedimiento es empleado para las plantas que contienen sustancias solubles en aceite, como en el caso de las semillas de durazno, maní, zapuyul, ricino.

Preparación: se pesa 4 onzas de hojas, tallos, flores, frutos o semillas, se pican y se coloca en un frasco con tapadera, se le agrega un litro de aceite de oliva, girasol o soya, y se deja en reposo por un periodo de 30 días en un lugar cálido, posteriormente, colar con un paño limpio y guardar en un frasco que cierre muy bien, y etiquetarlo.

COCIMIENTO

Esta preparación es conocida también como *tisana cocida* o *infusión cocida*. Se prepara hirviendo durante unos minutos la planta. Generalmente se utiliza para las partes duras de la planta como corteza, ramas, tronco, corteza y semillas.

Preparación: Colocar 2 cucharadas de la planta, en trozos pequeños en un recipiente resistente al calor; agregar 2 tazas de agua, tapar y poner al fuego, dejar hervir de 5 a 15 minutos, colar, dejar enfriar a una temperatura agradable, endulzar al gusto y beber.

Nota: NO utilizar recipientes de aluminio. Si este procedimiento se utiliza con las partes suaves de plantas (hojas y flores) se corre el riesgo de destruir los principios medicinales.

INFUSION

Es la forma de preparación mas frecuente y sencilla, también conocida como *tisana*, *apagado* o *te*. Consiste en dejar en contacto por algunos minutos la parte medicinal de la planta con agua hirviendo. Se utiliza únicamente para los preparados de hojas o flores.



Cosecha y Preparación

Preparación: colocar 1-2 cucharadas de la planta en una taza de agua hirviendo, tapar y dejar descansar de 5 a 10 minutos, colar endulzar al gusto y beber.

Nota: esta preparación por no usar calor directo se asegura que sus partes no sufren deterioro. Las infusiones no pueden ser conservadas por mucho tiempo, lo ideal es prepararlas justo antes de utilizarlas.

MACERACION

Es la forma de preparación para extraer los principios medicinales de las plantas sin la aplicación de calor.

Preparación: colocar 10 cucharadas de la planta desmenuzada o de semillas, en un recipiente agregar 4 tazas de agua previamente hervida y a temperatura ambiente, tapar el recipiente y dejar descansar el tiempo necesario. Si son hojas y flores dejarlo reposar de 10 a 14 horas. Si se trata de semillas, tronco, corteza o raíz, dejarlo reposar de 12 a 24 horas. Colar, endulzar al gusto y beber.

JUGO

También conocido como *horchata*. Esta preparación es utilizada únicamente con la planta fresca para poderla exprimir o licuar.

Preparación: tomar la cantidad de planta fresca que se considere necesaria, lavarla, y colocarla en un recipiente adecuado y machacarla con agua hervida y a temperatura ambiente. Extraer el jugo poniendo la pasta en un lienzo y exprimirlo, endulzar al gusto y beber. O bien poner la planta en una licuadora, licuarla, colarla, endulzarla al gusto y beber.

Nota: El jugo debe prepararse justo antes de tomarlo, porque se descompone muy rápido y pierde sus propiedades medicinales.

Cosecha y Preparación



Vecinos Mundiales
5a. Avenida y 3a, Calle zona 1
Barrio El Carpintero,
Purullhá, Baja Verapaz
Telefax (502) 7959-2458
vecinos@vmgua.org

Ava Gabriela Castillo Díaz
EPSA 2007
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12, Capital
avagoldcastillo@gmail.com



15 PLANTAS DE USO MEDICINAL

AVA GABRIELA CASTILLO DIAZ

FOLLETO NARANJA
TOMO III

ANEXO 3.9

INTRODUCCION

Las plantas medicinales son inseparables de la medicina. Se les emplea diariamente y con éxito en numerosos campos de la misma. Los medicamentos más eficaces contienen con frecuencia sustancias activas de origen vegetal.

Las plantas medicinales eran las únicas medicinas con las que nuestros antepasados se curaban. La experiencia con el trato con ellas, lograda por los chamanes, paso de una generación a otra a través de la comunicación oral.

Las plantas medicinales pueden curar enfermedades, evitarlas y aliviarlas. Su empleo es conveniente solamente cuando se tiene en cuenta con toda exactitud sus posibilidades y los límites de uso.

En el presente folleto se presentan 15 plantas medicinales, de uso en el municipio de Rabinal, Baja Verapaz, esperando que sea de ayuda para el lector.

ACHIOTE

Familia: Bixaceae

Nombre científico: *Bixa orellana*

Sinónimo: *Bixa americana* Poir

Otros nombres comunes: aneto, Bija, Ox.

Originaria de la cuenca amazónica, se cultiva a una altura de 1,000 metros sobre el nivel del mar, desde México hasta Bolivia. En Guatemala se cultiva en los departamentos, de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Izabal, Jutiapa, Quezaltenango, Sacatepéquez, Santa Rosa Suchitepéquez y Zacapa.



DESCRIPCION BOTANICA

Árbol o arbusto entre 3 a 9 mts. de altura; hojas delgadas, con forma acorazonada u ovoide, de 8 a 20 cms. de largo, terminadas en punta; flores de 4 a 5 cms. de ancho, con 5 pétalos de color rosado o blanco y con un cáliz peludo; fruto en capsula de 3 a 4 cms. de largo de forma ovoide o cónico, cubierto con pequeñas espinas lisas, de color café-rojizo o amarillo; semillas numerosas cubiertas por una pulpa fina, de color rojo-naranja.

CULTIVO

Se cultiva en aéreas de clima húmedo y con suelo franco-limoso o arcillo-humífero, con buen drenaje. Se propaga por esqueje o semillas. La primera cosecha se obtiene al año, se recomienda podar las ramas, cortar las capsulas, secar al sol y separar las semillas.

USO MEDICINAL

La decocción de la raíz es utilizada para bajar la azúcar en sangre y una tintura de las hojas para tratar la gonorrea. Se recomienda consultar a un medico debido a la diabetes es una enfermedad delicada al igual que la gonorrea. Parte de la planta que se utiliza: hojas y raíz.

PRECAUCIONES

La semilla puede ser abortiva.

OTROS USOS

Las semillas producen un colorante no toxico utilizado para colorear alimentos y cosméticos.

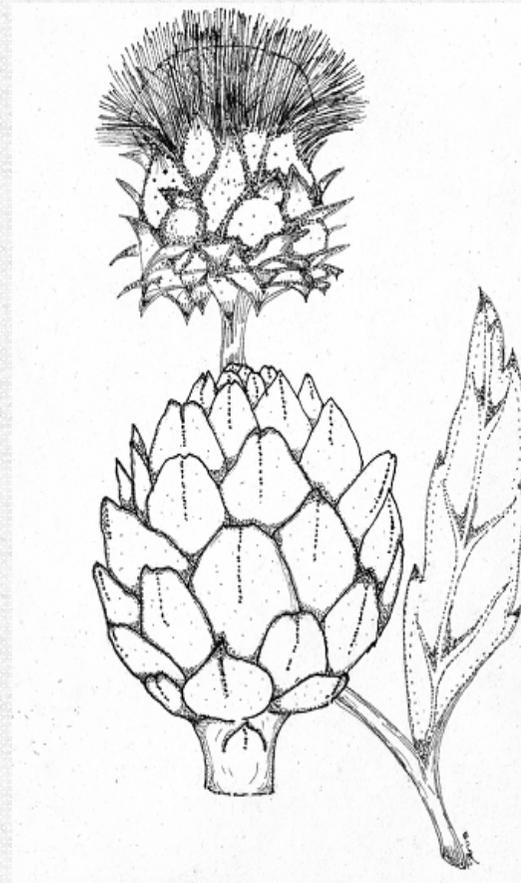
ALCACHOFA

Familia: Asteraceae (Compositae)

Nombre científico: *Cynara scolymus* L.

Otro nombre común: Alcuacil

Planta probablemente originaria del mediterráneo. Cultivada en climas templados de todo el mundo.



DESCRIPCION BOTANICA

Planta herbácea perenne, espinosa, con rizoma robusto; tallo de 0.90 a 1.5 mts. de alto; hojas alternas, delgadas, de forma oblonga y lobadas, hasta 90 cms. de largo, la superficie superior de la hoja es verde y la inferior es blanquecina; flores de color azul-violeta, en grandes cabezuelas terminales, sobre un gran receptáculo cónico carnoso de 10 cms. de ancho, cubierto por brácteas verdes carnosas, sobrepuestas; semillas de color negro, lisas.

CULTIVO

Se cultiva en un clima cálido, templado y frío, en suelo franco-arenoso, profundo y fértil. Se propaga por medio de semillas o por brotes. Después de un año cortar los tallos y dejar crecer el hijo.

USOS MEDICINALES

Es una planta utilizada para el tratamiento de hepatitis, el mal funcionamiento biliar, colesterol alto, arterioesclerosis, cálculos biliares, problemas de formación y eliminación de orina, inflamación de la vejiga, presión alta y estreñimiento.

La parte de la planta utilizada son las hojas frescas o secas.

PREPARACION: se prepara una infusión con una cucharadita de hojas frescas por una taza de agua, se recomienda administrar 2 veces por día.

NOTA: Las hojas se cortan entre los 9 a 10 meses después de la siembra y antes de la floración ya que en ese momento se encuentran con el mejor efecto medicinal, para las infusiones se prefiere las hojas frescas y para preparar tintura y extractos las hojas secas.

OTROS USOS

El fruto tierno es apetecido como alimento ya sea cocido o curtido, pero su precio es elevado.

ALTAMIZA

Familia: Asteracea (o Compositae)

Nombre científico: *Tanacetum parthenium* (L.) Schltz-Bip.

Sinónimo: *Chrysantemum parthenium* (L.) Pers.

Otros nombres comunes: Artemisa, Chusita, Margarita, Santa María.

Es una planta nativa del sur y centro de Europa. Introducida en América y región montañosa del Caribe. En Guatemala se cultiva en casi todos los climas.



DESCRIPCION BOTANICA

Hierba perenne de olor fuerte; con raíz ramificada; tallo erecto, ramificado, acanalado, hasta 80 cms. de alto. Hojas alternas, delgadas, hasta 12 cms. de largo, de color gris-verdoso, divididas en lóbulos secundarios profundos e irregulares. Inflorescencia corimbosa, las cabezuelas florales en posición terminal, numerosas y vistosas, de 1 a 2 cms. de ancho, el centro floral amarillo y los rayos florales en una serie de color blanco. Semillas oblongas, zurcadas y con numerosos bordes.

CULTIVO

Planta cultivada en jardines y huertos, con suelos bien drenados. El cultivo se hace por medio de semillas o esquejes. Se siembran a media sombra. Al inicio de la floración se debe de hacer el primer corte de las flores y hojas, el cual puede hacerse de 2 a 3 veces por año.

USOS MEDICINALES

Es una planta indicada para el tratamiento y prevención de migraña (dolor de cabeza), dolores de estomago, menstruales y reumáticos.

Parte de la planta que se utiliza: flores y hojas fresca o seca.

PREPARACION: se prepara una infusión con una cucharadita de las flores y hojas por una taza de agua. Se recomienda administrar 3 veces al día. Es preferible utilizar el material fresco.

PRECAUSIONES

El contacto con la planta en algunas personas puede producir irritación y alergia, la decocción puede ser abortiva.

OTROS USOS

Es sembrada en muchos jardines como planta ornamental. Y por su actividad insecticida, se utiliza para combatir ciertas plagas agrícolas.

AMARGON

Familia: Asteraceae (Compositae)

Nombre científico: *Taraxacum officinale* Weber

Sinónimos: *Leontodon taraxacum* L.; *Taraxacum dens-leonis* Desf.

Otros nombres comunes: Achicoria, botón de oro, diente de león.

Planta nativa de Europa; introducida en América y diseminada en todo el mundo. Crece a una altitud de 1,300 - 3,500 metros sobre el nivel del mar, en campos de cultivo, en las orillas de caminos y en jardines



DESCRIPCION BOTANICA

Planta herbácea, con raíz grande y látex lechoso; tallo corto y subterráneo; hojas en forma de espátula, de 5 a 40 cms. de largo, con divisiones profundas y con el borde dentado; flores de color amarillo brillante, con tallo carnoso; semillas de color amarillo o café, con pelusa blanca en masa globular, que se desprende fácilmente y es llevada por el viento.

CULTIVO

Esta planta crece casi cualquier tipo de suelo, aunque prefiere un suelo rico y arenosos. Tiene poco rendimiento agrícola, por lo que se prefiere recolectar las plantas que crecen de forma silvestre.

USO MEDICINAL

Por su acción estimulante de la producción de bilis y como digestivo, esta indicado en el tratamiento de insuficiencia y congestión del hígado, cálculos biliares, piel amarilla (ictericia), arterosclerosis, inapetencia, digestión lenta, estreñimiento. Como activador renal en dificultad de formar y eliminar orina, cálculos renales, reumatismo, obesidad y gota.

Parte de la planta que se utiliza: hojas y raíz. Las hojas pueden colectarse en cualquier época, pero la raíz debe colectarse después de la época lluviosa.

PREPARACION: en infusión, a una taza de agua se le agrega una hoja de la planta fresca; o una cucharadita de una mezcla de hojas y raíces desecas, preparada en decocción; o preparar un licuado de un trocito de 1 cm. de raíz con una hoja de la planta fresca por vaso de agua. Se debe de tomar cualquiera de esta preparación 3 veces al día.

OTROS USOS

Con la raíz se prepara una bebida caliente; la raíz en algunas comunidades la preparan curtida; y las hojas se pueden comer preparadas en ensalada.

CARDO DE MARIA

Familia: Asteraceae (Compositae)

Nombre científico: *Silybum marianum* Gaerthner

Sinónimo: *Cardus marianus* L.

Otros nombres comunes. Cardo lechero, Lechal.

Nativa de la region de Kashmir, crece en regiones soleadas de clima caliente y laderas pedregosas y a una altitud de hasta 1,400 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se cultiva en el suroriente y altiplano central.



DESCRIPCION BOTANICA

Planta herbácea de crecimiento anual; tallo erecto ramificado, de 2 a 2.5 mts. de alto, con hojas muy cerca del suelo; las hojas unidas al tallo, de forma elíptica, con bordes espinosos y con venas de color blanco; las flores grandes en capítulos de 5 a 8 cms. de diámetro, de color púrpura o blancas, con brácteas terminadas en duras espina, solitarias al final de la rama; fruto en aquenio con pelillos en forma de cepillo, de 4 a 8 mm. de largo, de color café brillante con pequeñas manchas.

CULTIVO

Se cultiva en regiones soleadas de clima caliente, se puede cultivar en varios tipos de suelo. Se propaga por medio de semillas.

USOS MEDICINALES

Por su actividad desintoxicante y protectora del hígado, esta indicada para el tratamiento de insuficiencia hepática como biliar, hepatitis "A", cirrosis, inapetencia, digestión lenta, catarro, gripe, inflamación de la vejiga, incapacidad de formación y eliminación de orina y cálculos urinarios.

Parte de la planta que se utiliza: semillas y hojas.

PREPARACION: se prepara una infusión con una cucharadita de las semillas y hojas desecadas por taza de agua, se debe de beber 3 veces al día.

PRECAUSIONES

Las espinas de la planta pueden causar heridas en la piel, las cuales cuestan que cicatrizante y pueden infectarse con facilidad. Las mujeres embarazadas deben de tener cuidado al tomarla.

COLA DE CABALLO

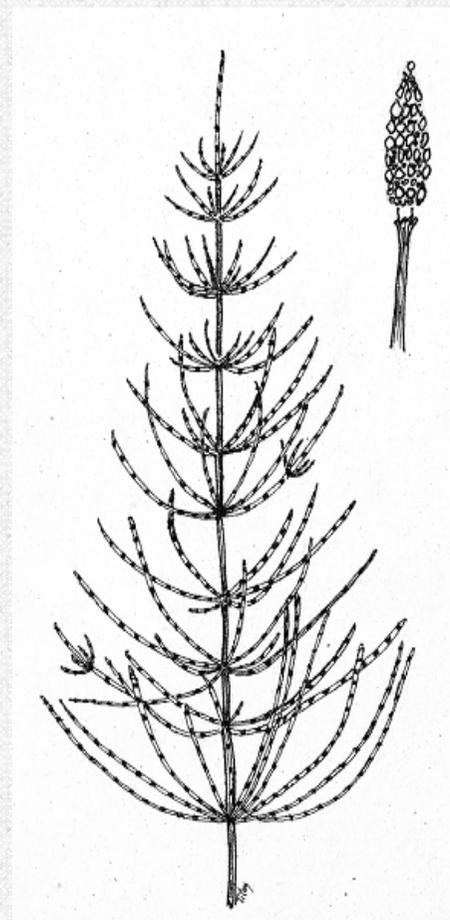
Familia: Equisataceae

Nombre científico: *Equisetum arvensis* L.;

E. hyemale L.; *E. giganteum* L.) Coen

Otros nombres comunes: Canutillo, carricillo.

Planta nativa de América, desde México hasta la Argentina; crece en lugares húmedos, arenosos y pantanosos, hasta una altitud de 2,000 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se encuentra principalmente en el altiplano.



DESCRIPCION BOTANICA

Son plantas de tallo rollizo, hueco y cabezuelas con esporas. *E. arvensis*: tiene tallos delgados, sin ramas. *E. giganteum* tiene raíz extendida, tallo verde erecto de 4 cms. de diámetro y hasta 6 mts. de alto. *E. hyemale* con tallo siempre verde, de 0.5 a 1 mts. de alto, engrosado en los nudos.

CULTIVO

Son plantas que hasta el momento no se cultivan, y crecen únicamente de forma silvestre en regiones húmedas. Su propagación se logra por medio de cortes del rizoma o esporas.

USOS MEDICINALES

Por su actividad astringente, antiséptica, diurética y ayuda a detener hemorragias, esta indicado para el tratamiento de incontinencia urinaria, enfermedad prostática, inflamación de la vejiga, presencia de sangre en la orina e inflamación de la uretra. Además por sus propiedades antisépticas y cicatrizantes, se pueden aplicar lienzos sobre la piel para el tratamiento de llagas y úlceras externas.

Parte de la planta que se utiliza: toda la planta. Se colectan los tallos sin fruto.

PREPARACION: se puede utilizar la planta fresca o seca. Se prepara una infusión con una cucharadita de la planta seca o una cucharada de la planta fresca por taza de agua y se bebe 3 veces por día.

PRECAUCIONES

Las especies mencionadas de cola de caballo son toxicas para el ganado.

OTROS USOS

Por su aspecto áspero la planta se utiliza para pulir metales y madera, así como para tanizar cuero. Y se utiliza para tratar flores de jardín, vegetales y frutales contra enfermedades de hongos fitopatógenos.

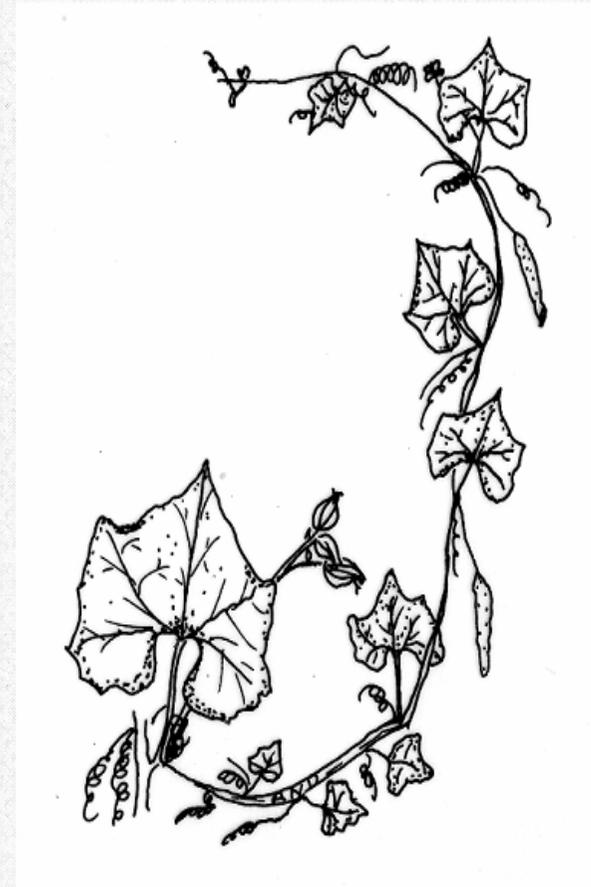
ESPONGUELO

Familia: Cucurbitaceae Nombre científico: *Luffa operculata* (L.) Cogn.

Sinónimos: *Luffa astorii* Svenson; *Momordica operculata* L.

Otros nombres comunes: Esponjilla, Paschte.

Planta nativa de América, crece en suelos secos, arenosos de las costas. En Guatemala se encuentra en Escuintla e Izabal.



DESCRIPCION BOTANICA

Es una enredadera herbácea; de tallo voluble, delgado, con un largo de hasta 10 mts.; hojas alternas entre 3 y 15 cms. de largo, de forma acorazonada, suavemente lobada, con bordes dentados, y con zarcillos; flores de forma acampanada, con 5 pétalos, de color amarillo pálido; fruto de forma cilíndrico, de 6 a 8 cms. de largo, con espinas cortas, por dentro esta formado por un tejido esponjoso, seco y fibroso (paxte o pashte), con numerosas semillas comprimidas de color café oscuro.

CULTIVO

Son plantas que hasta el momento no se cultivan, y crecen únicamente de forma silvestre en regiones de suelos secos o arenosos y húmedos de las tierras bajas de la costa. Su propagación se logra por medio de semillas y se cultiva de forma similar al güicoy.

USOS MEDICINALES

Por actividad irritante y mucolítica, se recomienda para el tratamiento de la sinusitis.

Parte de la planta que se utiliza: el pashte del fruto.

PREPARACION: se prepara una infusión con un fruto en $\frac{1}{2}$ litro de agua. Y se ponen de 2 a 3 gotas de la infusión, en cada fosa nasal, dos veces al día.

PRECAUCIONES

El fruto tiene cierta actividad abortiva.

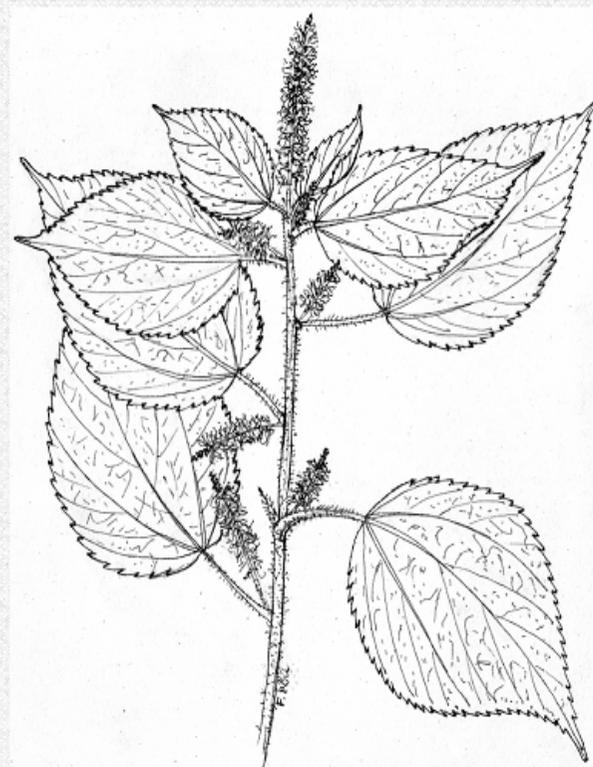
HIERBA DEL CANCER

Familia: Euphorbiaceae

Nombre científico: *E. guatemalensis* Pax. & Hoffm.

Otros nombres comunes: Corrimiento, Gusanillo.

Planta originaria de Guatemala, común en terrenos removidos, secos o húmedos, crece en altitudes que van desde 750 a 2,500 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se ha reportado en el departamento de Baja Verapaz, Chimaltenango, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Quetzaltenango, Quiché, Santa Rosa, Sacatepéquez y Sololá.



DESCRIPCION BOTANICA

Es una hierba perenne, erecta, hasta 1 mt. de alto; con tallo simple o ramificado, veloso cuando joven; hojas alternas, de forma ovalada, terminada en punta, con márgenes aserrados, generalmente las hojas se encuentran agujereadas por insectos o con protuberancias rojizas; flores de color rojo oscuro, numerosas formando racimos, naciendo en la unión de la hoja y el tallo, o bien al final de la rama; semillas de forma ovoide y suaves.

CULTIVO

Son plantas que hasta el momento no se cultivan, y crecen únicamente de forma silvestre en regiones cálidas y templadas del país. Su propagación se logra por medio de divisiones de la planta.

USOS MEDICINALES

Por su acción diurética y microbiana se recomienda para el tratamiento de infecciones urinarias. Y para la desinfección de heridas y llagas. Parte de la planta que se utiliza: hojas y brotes. Se debe de colectar las hojas cuando la planta esta en fruto.

PREPARACION: se puede utilizar la planta fresca o seca. Se prepara una infusión con una cucharadita de la planta seca o unas tres hojas fresca por taza de agua y se bebe 3 veces por día. Para la limpieza de heridas, se prepara de la misma forma solo que se emplea en forma de lavado o compresa y se aplica 3 veces por día.

PRECAUCIONES

Puede provocar aborto.

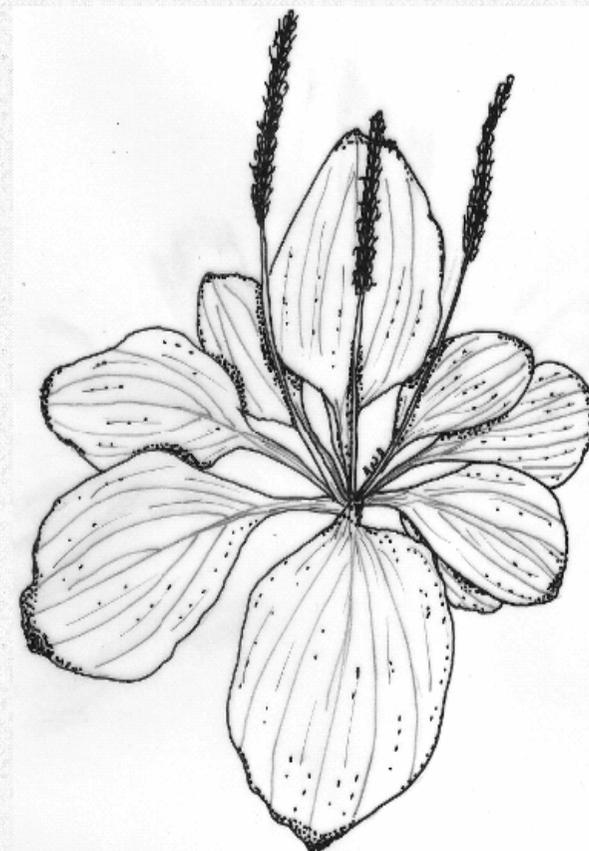
LLANTEN

Familia: Plantaginaceae

Nombre científico: *Plantago mayor*

Otro nombre común: Lanten.

Planta nativa de Europa, abundante en el continente americano, crece a una altitud entre 600 a 1,800 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se encuentra como maleza en los departamentos de Alta Verapaz, Chimaltenango, Escuintla, Guatemala, Jalapa, Quetzaltenango, Sacatepéquez y Santa Rosa.



DESCRIPCION BOTANICA

Planta anual, herbácea; sus hojas forman una roseta basal

CULTIVO

Son plantas que hasta el momento no se cultivan, y crecen únicamente de forma silvestre en regiones húmedas. Su propagación se logra por medio de cortes del rizoma o esporas.

USOS MEDICINALES

Por su acción antihemorrágica y diurética, esta indicada en la infección de la vejiga y hemorroides. Por su acción astringente, calmante y cicatrizante esta indicada para el tratamiento en asma, bronquitis, catarro, inflamación de la faringe y laringe, diarrea, gastritis, ulcera gastroduodenal, inflamación de los folículos de las pestañas, conjuntivitis e inflamación de las encías.

Parte de la planta que se utiliza: las hojas. Las hojas deben colectarse durante la floración de la planta, y secarse al sol por 1 día, después terminar de secar a la sombra.

PREPARACION: se puede utilizar la planta fresca o seca. Se prepara una infusión con una cucharadita de la planta seca o dos hojas de la planta fresca por taza de agua y se bebe 4 veces por día.

OTROS USOS

Las hojas se comen como ensalada o bien cocidas o fritas. También son utilizadas para alimento de conejos y aves de corral.

JICARO

Familia: Bignoniaceae

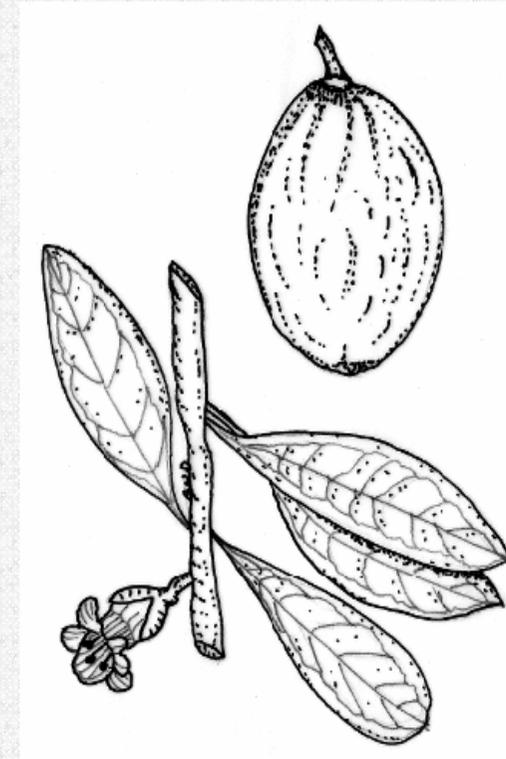
Nombre científico: *Crescentia cujete*

I

Sinónimos: *Crescentia acuminata* HBK; *C. fasciculata* Mieras.

Otro nombre común: Morro.

Planta nativa de México, Centro América y el Caribe; frecuentemente cultivada en regiones tropicales secas por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se encuentra reportada en los departamentos de: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Escuintla, Izabal, Peten, Quezaltenango, Quiche, Retalhuleu, Santa Rosa, San Marcos, Suchitepéquez.



DESCRIPCION BOTANICA

Árbol con numerosas ramas extendidas, de 6 a 10 metros de altura; hojas simples de forma espatulada, sin peciolo, de 6 a 26 centímetros de largo, siempre verdes; flores con aroma, de tallo corto, de color verde amarillento con líneas rosadas, cáliz con 2 lóbulos, crece en las ramas o el tronco, con un tamaño de 5 a 8 centímetros de largo; el fruto es forma redondeado a ovalado, de un tamaño de 10 a 30 centímetros de ancho, con una cubierta delgada y leñosa, en su interior contiene una pulpa blanca, fibrosa, jugosa; semillas, planas de color café; la madera es de color café amarillenta, semidura y pesada.

CULTIVO

Es una plantas que hasta el momento no se cultivan en forma comercial, ya que su cultivo es artesanal. El fruto de obtiene por recolección en los campos de crecimiento silvestre. Para su cultivo se requiere de un suelo franco bien drenado, de un clima caliente y preferiblemente seco. Se propaga por medio de semillas.

USO MEDICINAL

A. Esta indicado para el tratamiento de afecciones gastrointestinales y respiratorias.

Parte de la planta que se utiliza: la pulpa del fruto.

PREPARACION: se pone a cocer una cucharada de la pulpa del fruto en una taza de agua, y se toma de 3 a 4 tazas por día.

B. Por su acción antiinflamatoria esta indicado para infecciones de la piel y para hemorroides.

Parte de la planta que se utiliza: hojas.

PREPARACION: se prepara una cataplasma con las hojas del jícara y se aplica en la zona afectada.

PRECAUCIONES Comerse la pulpa del fruto puede causar diarrea. El uso prolongado y en grandes dosis puede ser toxico. La pulpa del fruto y la raíz son tóxicas para aves, y pequeños mamíferos y ganado vacuno.

OTROS USOS

En Rabinal el casco del fruto, es empleado para fabricar artesanías con decorados características del área. La pulpa del fruto es empleada para fabricar dulces, los frutos tiernos se comen curtidos y las semillas tostadas e usan en pastelería. La madera es empleada para hacer sillas de montar, mangos para herramientas, etc.

ORTIGA

Familia: Urticaceae

Nombre científico: *Urtica dioica* L.

Otros nombres comunes: Chichicaste.

Planta originaria de Europa y Asia. En Guatemala se encuentra naturalizada y distribuida en todo el país.



15 Plantas Medicinales

DESCRIPCION BOTANICA

Hierba perenne, con rizoma, planta con sexos separados (planta macho y planta hembra), cubierta con pelos muy finos picantes; tallo erecto hasta 1.5 metros de alto; hojas grandes con peciolo, las hojas que se encuentran más cerca del suelo son mas grandes, los bordes de la hoja son aserrados; las flores de color amarillo nacen en la axila de la hoja, en inflorescencia en forma de pequeña espiga.

CULTIVO

Es una planta que hasta el momento no se cultiva en forma comercial. La planta se obtiene por recolección en los campos de crecimiento silvestre. Para su cultivo se requiere de un suelo rico, húmedo, crece a pleno sol o media sombra. Se propaga por medio de semillas.

USO MEDICINAL

- A. Por su acción diurética y el de parar la hemorragia, esta recomendada para el tratamiento de: cuando no se puede orinar, cálculos urinarios, inflamación y mal funcionamiento del riñón, reumatismo, gota, obesidad, hinchazón, diabetes, anemia, raquitismo, mal funcionamiento de la vesícula biliar, cálculos biliares, presencia de sangre en la orina, úlcera en el estómago o en intestino y diarrea.

Parte de la planta que se utiliza: hojas, raíces y semillas. Se recomienda coleccionar la planta antes de la floración.

PREPARACION: se prepara un cocimiento con una cucharadita de la mezcla de hojas, raíz y semillas, en una taza de agua. Se deben de tomar 3 veces al día.

15 Plantas Medicinales

- B. Por su poder astringente se recomienda en el tratamiento externo de afecciones de la piel, afecciones de la piel por seborrea, irritación de la piel de origen nervioso, fuego en la boca, nariz y otras partes del cuerpo, inflamación de la vagina, inflamación de la laringe y reumatismo.

Parte de la planta que se utiliza: hojas y raíces. Se recomienda coleccionar la planta antes de la floración.

PREPARACION: se prepara un cocimiento con 4 onzas de la mezcla de hojas y raíz, en 1 litro de agua o el jugo de la planta fresca, y aplicar en forma de lienzos, baños, gargarismos, irrigación vaginal y fricciones sobre el cuero cabelludo. Se debe de aplicar 1 vez al día.

PRECAUCIONES

La planta fresca es irritante al contacto de la piel. Se han reportados casos de intoxicación por tomar en exceso la infusión de las hojas.

OTROS USOS

Los retoños se pueden comer en ensalada, en salsa. La fibra se puede utilizar para fabricar telas y papel.

PERICON

Familia: Asteraceae

Nombre científico: *Tajetes lucida* Cav.

Sinónimos: *Tagetes florida* Sweet, *T. schideana* Less.

Planta nativa de Guatemala, crece a una altitud de 1,000 a 2,000 metros de altitud sobre el nivel del mar. Abunda en las época lluviosa y en época seca desaparece. Se encuentra reportada para los departamentos de Chimaltenango, El Quiché, Jalapa, Guatemala, Huehuetenango, Peten, Quezaltenango, Sacatepéquez y San Marcos,



DESCRIPCION BOTANICA

Planta perenne, olorosa, de 30 a 95 centímetros de alto; ramas escasas, recimosas al secarse; hojas opuestas, sin peciolo, de forma oblongo lanceolada, hasta 10 centímetros de largo, con margen finamente dentado, con numerosas glándulas aceitosas; flores de color amarillo naranja, agrupadas en pequeñas cabezuelas en posición terminal.

CULTIVO

Actualmente aun no se cultiva de forma comercial, la planta se obtiene de la recolecta plantas de crecimiento silvestre. Se propaga por medio de semillas.

USO MEDICINAL

Esta recomendada para el tratamiento de diarrea, disentería, cólera, dolor y cólicos de estomago y dolor menstrual.

Parte de la planta que se utiliza: hojas y flores. Colectar la planta cuando presenta más flores.

PREPARACION: se prepara una infusión con una cucharadita de la planta en 1 taza de agua. Se bebe cuando hay dolor o alguna molestia. Se recomienda mezclarla con un $\frac{1}{4}$ de cucharadita de flores de manzanilla.

PRECAUCIONES

En exceso puede provocar aborto.

RICINO

Familia: Euphorbiaceae

Nombre científico: *Ricinus comunis* L.

Otro nombre común: Higuerillo.

Planta originaria posiblemente de África tropical o la India. Crece silvestre en todas las regiones tropicales del mundo, crece hasta los 2,000 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se ha reportado para los departamentos de Alta Verapaz, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Izabal, Jutiapa, Peten, Retalhuleu, Quezaltenango, San Marcos, Santa Rosa, Su-



DESCRIPCION BOTANICA

Hierba hasta de 6 metros de alto, con tronco grueso; hojas con grandes peciolo, las hoja de forma redondeada, profundamente lobadas; el fruto en capsula con espinas suaves, de 3 centímetros de largo; semillas comprimidas, de textura lisa, moteadas.

CULTIVO

Se puede cultivar en variedad de suelos y clima, preferiblemente suelos profundos y ricos en materia orgánica. Se propaga por semillas.

USO MEDICINAL

Esta indicado para tratar el estreñimiento, en la preparación preoperatoria o en otros exámenes médicos que necesiten el intestino limpio, Parte de la planta que se utiliza: semillas.

PREPARACION: se extrae el aceite de las semilla o bien se compra el aceite en las farmacias, se toma una cucharada antes de acostarse.

PRECAUCIONES

La pulpa de las semillas pueden producir conjuntivitis, inflamación de la piel y asma bronquial. En exceso puede producir la muerte.

OTROS USOS

El aceite de las semillas también se le conoce como aceite de castor. El aceite se utiliza como lubricante, en la elaboración de jabón, para curtir pieles, para iluminación, las semillas después de extraerles el aceite se pueden utilizar como abono orgánico.

TIMBOCO

Familia: Bignoniaceae **Nombre científico:** *Tecoma stans* Juss ex HRK

Sinónimos: *Bignonia stans* L., *Stenolobium stans* (L.) Seem.

Otros nombres comunes: Barreto, Flor amarilla, San Andrés, Timboque.

Planta nativa desde México hasta Sur América. Crece en bosques secos subtropicales, hasta los 1,500 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se ha reportado para los departamentos de Baja Verapaz, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Jalapa, Jutiapa, Izabal, Jutiapa, Retalhuleu, Quezaltenango, San Marcos, Santa Rosa, Suchitepéquez y Zacapa.



DESCRIPCION BOTANICA

Árbol de has 12 metros de alto, el tronco con un diámetro de 25 centímetros; hojas opuestas, compuesta, con de 5 a 13 hojuelas, estas de forma lanceolada, con una fina punta, los bordes dentados; las flores agrupadas en inflorescencia terminal en forma de racimo, las flores amarilla, olorosas, en forma de campana; el fruto es una vaina de 10 a 25 centímetros de largo; semillas de color café claro, con alas.

CULTIVO

Actualmente aun no se cultiva de forma comercial, la planta se obtiene de la recolecta plantas de crecimiento silvestre. Se propaga por medio de semillas y por estacas de madera verde.

USO MEDICINAL

Parte de la planta que se utiliza: hojas y corteza secas. Las hojas se deben coleccionar en la época de la floración y la corteza debe coleccionarse después de la floración y secarse al sol.

PRECAUCIONES

Es una planta que esta indicada para el tratamiento de la diabetes, cólicos y en afecciones del riñón.

OTROS USOS

Esta planta es empleada como cerco vivo, como planta ornamental, las flores se pueden emplear en los criaderos de abejas y la raíz se utiliza para la fabricación de cerveza.

ZARZAPARILLA

Familia: Smilacaceae

Nombre científico: *Smilax*

Otros nombres comunes: Bejuco de la vida, Cocolmeca.

Planta originaria de México y Centroamérica. Crece de forma silvestre, según la especie a utilizar se puede encontrar hasta los 2,800 metros sobre el nivel del mar. En Guatemala se ha reportado para los departamentos de Alta Verapaz, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Izabal, Jutiapa, Peten, Retalhuleu, Quezaltenango, San Marcos, Santa Rosa, Suchi-tepéquez y Zacapa.



DESCRIPCION BOTANICA

El género *Smilax* son plantas trepadoras o bejuco, además son plantas que presentan sexos separados (planta macho y planta hembra), trepan por medio de zarcillos pares. En Guatemala existen unas 12 especies de las cuales *Smilax ornata*, *S. lundellii*, *S. regelii* y *S. spinosa*, las cuales se usan indistintamente con fines medicinales.

CULTIVO

Actualmente aun no se cultiva de forma comercial, la planta se obtiene de la recolecta plantas de crecimiento silvestre. Para su cultivo se requiere suelo bien drenado, caliente a media sombra, abundante humedad y condiciones para que la enredadera trepe. Se propaga por medio de semillas, esquejes o divisiones del rizoma.

USO MEDICINAL

A. Por sus propiedades de antirreumática, desinflamatoria y diuréticas, se recomienda para el tratamiento de artritis reumatoide, reumatismo crónico, lepra y dolor al orinar

Parte de la planta que se utiliza: raíz y rizoma. El rizoma se colecta al final de las lluvias y se seca al sol.

PREPARACION: se prepara un cocimiento con un trozo delgado de 1 centímetro del rizoma por taza de agua. Se debe tomar 3 veces al día.

B. Por sus propiedades de anti hongos, desinflamatoria, evita el crecimiento de ciertos microorganismos, quita la picazón, y ayuda a la cicatrización se recomienda para el tratamiento de psoriasis, tinea y otras afecciones de la piel.

Parte de la planta que se utiliza: raíz y rizoma. El rizoma se colecta al final de las lluvias y se seca al sol.

PREPARACION: se prepara un aceite con el rizoma y la raíz..

OTROS USOS

Se emplea como planta ornamental.