

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DIAGNÓSTICO GENERAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES,
DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA
ALDEA TZAMJUYUB, NAHUALÁ, SOLOLÁ**

LUIS ENRIQUE REYES GARCÍA

GUATEMALA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DIAGNÓSTICO GENERAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES,
DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA
ALDEA TZAMJUYUB, NAHUALÁ, SOLOLÁ**

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

POR

LUIS ENRIQUE REYES GARCÍA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. MSc. FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. MARINO BARRIENTOS GARCÍA
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. OSCAR RENÉ LEIVA RUANO
VOCAL CUARTO	P. FORESTAL AXEL ESAÚ CUMA
VOCAL QUINTO	P. CONTADOR CARLOS ALBERTO MONTERROSO GONZÁLEZ
SECRETARIO	Ing. Agr. MSc. EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

Guatemala, Mayo de 2011

Guatemala, mayo de 2011

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 **DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES, DETERMINACION DE LA EROSIÓN HIDRICA Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA ALDEA TZAMJUYUB, NAHUALÁ, SOLOLÁ** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Luis Enrique Reyes García

ACTO QUE DEDICO

A:

MI DIOS,

Por estar siempre conmigo.

MI MADRE,

Olma García de Reyes, por ser tan importante en mi vida, por el amor que me das en cada momento, y por ser ese ejemplo de perseverancia, de amor a la vida, de amor al prójimo, es difícil describir el profundo sentimiento de amor que siento hacia ti. Te amo mama.

MI PADRE,

Carlos Reyes Gómez, por apoyarme en todo momento, por tus consejos y por ser un ejemplo de principios y valores.

MIS HERMANOS,

Olma Virginia (virgi), por apoyarme siempre en mi vida y por aconsejarme en momentos difíciles, a María Beatriz (bea), por enseñarme a alcanzar mis metas y enseñarme otras facetas de la vida y a Carlos Eduardo por ser un verdadero ejemplo de humildad, dedicación y paciencia. Los amo.

MIS TIOS Y TIAS,

Con aprecio y respeto.

MIS PRIMOS,

Por su apoyo y por los momentos compartidos.

MI NOVIA,

Paola Aragón, por tu amor, por compartir conmigo las lecciones de vida y salir adelante. Te amo Pao.

MIS AMIGOS,

En especial a Byron Fuentes, Mauricio Warren, Rafael Guizar, Sergio Mansilla, Oscar Zaparolli, Rosendo Fernández, Pablo Argueta, Boris Salguero, Ricardo Urizandi, por compartir la ardua jornada de la vida estudiantil y por los momentos vividos.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA,

Mi Tierra, mi país.

UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA,

Por formar profesionales de éxito y capaces de
contribuir al desarrollo de mi país.

FACULTAD DE AGRONOMIA,

Por darme la formación académica que fortaleció mis
capacidades como persona.

AGRADECIMIENTO

A:

PROYECTO PARPA / MAGA,	Por la oportunidad de financiar y brindarme el soporte institucional para la realización de este trabajo.
Ing. FRANCISCO LÓPEZ,	Por brindarme su apoyo y experiencia en todo momento y por sus consejos para crecer no solo en el ambiente profesional sino personal.
Ing. CLAUDIO CABRERA	Por confiar en mí y darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.
Ing. JORGE ALBIZUREZ,	Por su amistad, apoyo y consejos en la realización de este trabajo.
Ing. EZEQUIEL LÓPEZ,	Por su amistad y asesoramiento en la realización de este trabajo.
Ing. ESTUARDO LIRA PARPA / PPAFD,	Por su amistad y apoyo para para realizar este trabajo. En especial a Víctor Vásquez, Emanuel Vásquez, Noelia Palacios y Cristóbal Navarro por su apoyo en todo momento y por la amistad sincera demostrada.
A LAS 9 COMUNIDADES	En especial a Diego Och Guarchaj, por mostrarme otra realidad del país y enseñarme el significado de comunidad además de brindarme su amistad

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO I	1
DIAGNOSTICO DE LA ALDEA TZAMJUYUB, MUNICIPIO DE NAHUALÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ	1
1.1 Presentación.....	2
1.2 Marco Referencial.....	3
1.2.1 Ubicación	3
1.2.2 División Política y Administrativa	4
1.2.3 Tenencia de la tierra	4
1.2.4 Población	4
1.2.5 Educación	5
1.2.6 Niveles de Pobreza	6
1.2.7 Recursos Forestales	6
1.2.8 Altitud.....	7
1.2.9 Zona de Vida.....	7
1.2.10 Suelo	8
1.2.11 Recursos Hídricos	8
1.2.12 Actividades Económicas.....	8
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 GENERAL.....	9
1.3.2 ESPECIFICOS.....	9
1.4 METODOLOGIA.....	9
1.4.1 Fase preliminar de gabinete	9
1.4.2 Fase de Campo.....	9
1.4.3 Selección de comunidades	9
1.4.4 Herramientas del Diagnostico Rural Participativo.....	10
1.4.4.1 Diagrama de Tortilla	10
1.4.4.2 Transepto	10
1.4.4.3 Reloj 24 Hrs.....	11
1.4.4.4 Calendario de actividades anuales	11
1.4.4.5 Mapa actual y futuro de la comunidad	11
1.4.4.6 Historia de la comunidad	11
1.4.4.7 Fase final de gabinete	11
1.5 Resultados.....	12
1.5.1 Reseña histórica de la aldea Tzamjuyub	12
1.5.2 Diagrama de Tortilla	13
1.5.3 Transepto.....	13
1.5.4 Reloj 24 Hrs.	14
1.5.5 Calendario de actividades anuales.....	15
1.5.6 Situación actual de los recursos naturales renovables	15
1.5.7 Condiciones socioeconómicas	16
1.6 Conclusiones y recomendaciones	17
1.7 Bibliografía.....	18
 CAPITULO II	 19
DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA UTILIZANDO PARCELAS DE ESCORRENTÍA EN SUELOS VOLCÁNICOS CON TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA ALDEA TZAMJUYUB, MUNICIPIO DE NAHUALÁ, SOLOLÁ.....	19
2.1 Presentación.....	20

2.2	MARCO CONCEPTUAL	22
2.2.1	Erosión o pérdida de suelo	22
2.2.2	Erosión Hídrica	22
2.2.3	Procesos de la erosión hídrica.....	23
2.2.4	Tipos de erosión hídrica.....	26
2.2.1	Factores que influyen en la erosión hídrica	27
2.3	OBJETIVOS	29
2.3.1	Objetivo General	29
2.3.2	Objetivos específicos	29
2.4	METODOLOGÍA	30
2.4.1	Selección del área experimental	30
2.4.2	Selección de los tratamientos.....	30
2.4.3	Diseño experimental	30
A.	Modelo estadístico	31
2.4.4	Instalación de las parcelas experimentales	33
A.	Confinamiento de las parcelas	33
B.	Sistema colector de agua y sedimentos	33
a.	Canales conductores.....	33
b.	Recipientes colectores	34
2.4.5	Variables de respuesta.....	37
2.4.6	Medición de variables	37
A.	Escurrimiento superficial.....	37
C.	Cantidad de suelo erosionado.....	38
2.4.7	Análisis de la información generada.....	39
2.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
2.5.1	Escurrimiento Superficial.....	40
2.5.2	Suelo Erosionado.....	43
2.6	Conclusiones y Recomendaciones	47
2.6.1	Conclusiones	47
2.6.2	Recomendaciones	48
2.7	BIBLIOGRAFIA.....	49
2.8.	Anexos.....	50
CAPITULO III	62	
INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS A LA ALDEA		
TZAMJUYUB Y SUS CASERIOS		62
3.1	Presentación	63
3.2	Implementación de educación en la aldea Tzamjuyub y sus caserios.....	64
3.2.1	Objetivos.....	64
3.2.2	Metodología	64
3.2.3	Resultados.....	65
3.2.4	Evaluación	65
3.3	Reforestación de áreas de vocación forestal	65
3.3.1	Objetivos.....	65
3.3.2	Metodología	65
3.3.3	Resultados.....	66
3.3.4	Evaluación	66
3.4	Apoyo y fortalecimiento a la Oficina Forestal Municipal –OFM-	66
3.4.1	Objetivos.....	66
3.4.2	Metodología	66
3.4.3	Resultados.....	67

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 Ubicación geográfica de la aldea Tzamjuyub Fuente Reyes L.	3
Figura 2 Número de habitantes por género y comunidad.Fuente Reyes L.....	5
Figura 3 Porcentaje de alfabetismo y analfabetismo en la aldea Tzamjuyub. Reyes L... 6	6
Figura 4 Elaboración del diagrama de tortilla por un líder comunitario Fuente Reyes L.	10
Figura 5 Croquis de la comunidad construido a través del recorrido por transepto Fuente Reyes L.	14
Figura 6 Esquema general de la erosión hídrica. Fuente Páez ML:	23
Figura 7 Etapas del proceso de erosión hídrica Fuente: Derpsch	24
Figura 8 Ubicación del área experimental. Fuente Reyes L	33
Figura 9 Croquis del experimento, determinación de la erosión hídrica, aldea Tzamjuyub, 2006. Reyes L	33
Figura 10 Canales conductores en parcelas con cultivo y con bosque en la aldea Tzamjuyub, 2006.Fuente Reyes L.	34
Figura 11 Tonel de 55 gl, recipiente utilizado como colector de sedimentos, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.....	34
Figura 12 Pluviómetro, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.	35
Figura 13 Limpia de área experimental Fuente Reyes L.	35
Figura 14 Siembra trigo al voleo Fuente Reyes L.	36
Figura 15 Siembra de Maíz. Fuente Reyes L.	37
Figura 16 Medición de escorrentía utilizando una regla graduada. Fuente Reyes L. ...	38
Figura 17 Escorrentía superficial por época de lluvia del año 2006, aldea Tzamjuyub. Fuente Reyes L.....	41
Figura 18 Escorrentía superficial por mes y tipo de cobertura, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.....	42
Figura 19 Suelo erosionado promedio en tm/ha/mes, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.	44
Figura 20 Suelo erosionado promedio en tm/ha/época de lluvia, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.....	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1 División política y administrativa de la aldea Tzamjuyub	4
Cuadro 2 Distribución del número de habitantes, número de familias y total de casas por comunidad, en el año 2006.....	5
Cuadro 3 Listado de especies vegetales presentes en el bosque comunal.....	7
Cuadro 4 Instituciones identificadas en la comunidad y tipo de apoyo que proporcionan	13
Cuadro 5 Actividades que realizan los comunitarios durante el día.....	14
Cuadro 6 Actividades realizadas mensualmente por los comunitarios	15
Cuadro 7 Resumen de resultados de escorrentía y suelo erosionado, aldea Tzamyub, 2006.	40
Cuadro 8 Resumen del análisis de varianza para la variable peso seco de sedimento, para cada uno de los meses de la época lluviosa.	43
Cuadro 9 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Mayo.	50

Cuadro 10 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Junio.	51
Cuadro 11 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Julio.....	52
Cuadro 12 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Agosto...	53
Cuadro 13 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Septiembre.	54
Cuadro 14 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Octubre.	55
Cuadro 15 Precipitación mes de Mayo	56
Cuadro 16 Precipitación mes de Junio.....	57
Cuadro 17 Precipitación mes de Julio.....	58
Cuadro 18 Precipitación mes de Agosto	59
Cuadro 19 Precipitación mes de Septiembre	60
Cuadro 20 Precipitación mes de Octubre.....	61

DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES, DETERMINACION DE LA EROSIÓN HIDRICA Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA ALDEA TZAMJUYUB, NAHUALÁ, SOLOLÁ

Resumen

Este trabajo describe las actividades realizadas durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- ejecutado en el periodo comprendido entre el 2 de febrero al 30 de noviembre del año 2006. El trabajo consistió en realizar proyectos para resolver la problemática identificada en el diagnóstico, con la finalidad de contribuir al desarrollo rural de las comunidades involucradas en el proceso. El trabajo se concentró principalmente en apoyar las actividades sociales, culturales y de conservación de los recursos naturales en la aldea Tzamjuyub y sus caseríos, comunidades que pertenecen al municipio de Nahualá, departamento de Sololá, para lo cual se contó con el apoyo del Programa de Apoyos Forestales Directos PPAFD-PARPA- MAGA, Región Altiplano Occidental –RAO- .

Este estudio inició, con un diagnóstico, utilizando la herramienta del Diagnóstico Rural Participativo –DRP-, el cual generó información básica para estas comunidades. Se analizaron las actividades principales de la población y la forma en que estas influyen en la conservación de los recursos naturales. Como resultado del diagnóstico se identificaron y priorizaron los principales problemas, dentro de los cuales se encuentran: la degradación del suelo por los cultivos limpios, la extracción de leña y la alta tasa de analfabetismo.

Otro componente importante, fue la ejecución de la investigación “DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA UTILIZANDO PARCELAS DE ESCORRENTÍA EN SUELOS VOLCÁNICOS CON TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA ALDEA TZAMJUYUB, MUNICIPIO DE NAHUALÁ, SOLOLÁ”. Cuya finalidad fue describir el comportamiento de la escorrentía y la estimación de suelo erosionado por efecto de la erosión hídrica en coberturas vegetales (trigo, maíz y sin cobertura vegetal) y se comparó el efecto entre las distintas coberturas, también se evaluó una cobertura con bosque que consistió en una plantación de ciprés (*Cupressus* sp.), en pendientes mayores al 45%.

Como resultados se obtuvo que el mes de junio presentó la mayor precipitación y por ende la mayor erosión en los distintos tratamientos. En los tratamientos de trigo 42.57 tm/ha, maíz 41.33 tm/ha, y sin cobertura 39.55 tm/ha, se tuvo un comportamiento similar en la pérdida de suelo en los meses de mayo y junio esto fue debido a que en el mes de mayo se limpiaron los suelos de los tratamientos y por lo tanto el suelo quedó completamente descubierto. Por otro lado, el tratamiento de maíz tuvo una pérdida de suelo de 130.59 tm/ha/año la mayor pérdida de los tratamientos con cobertura esto debido a que la densidad del cultivo no cubría mayor parte del área de superficie del suelo, por lo tanto el agua arrastraba con facilidad el suelo. En el tratamiento de trigo se observó una menor pérdida de suelo a lo largo de la época lluviosa. Y por último, se observó que el tratamiento con cobertura boscosa (plantación de 8 años aproximadamente), fue en donde se obtuvo menor pérdida de suelo.

Referente a los servicios realizados, estos surgieron como respuesta a los problemas identificados y priorizados en el diagnóstico, y consistieron en: planes de reforestación, impartición de talleres sobre la importancia de los recursos naturales, fortalecimiento de la oficina forestal municipal –OFM-, implementación de actividades de educación ambiental.

CAPITULO I

DIAGNOSTICO DE LA ALDEA TZAMJUYUB, MUNICIPIO DE NAHUALÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

1.1 Presentación

La elaboración del diagnóstico permitió obtener información necesaria del área y entorno de trabajo con la finalidad de conocer la problemática existente en la aldea Tzamjuyub y sus ocho caseríos.

Para lograr los objetivos de este diagnóstico se utilizó la metodología del diagnóstico rural participativo –DRP- , que incluyó entrevistas semiestructuradas, reuniones con líderes comunitarios, recorridos de campo, observación científica. Además se realizó una amplia revisión de literatura de trabajos realizados anteriormente en la región. Toda esta información se sistematizó y se analizó la problemática existente en la aldea y sus caseríos.

Como principales resultados se puede citar, que la población en su totalidad son de origen maya-quiché, que se dedican fundamentalmente a la agricultura de subsistencia (cultivos de frijol, maíz, haba y trigo). Referente al recurso bosque, en jurisdicción de esta aldea se encuentra un bosque municipal, formado principalmente por las especies de pino colorado, ciprés común y aliso. La aldea y sus caseríos se encargan de la administración de 900 ha. bajo incentivos de conservación dentro del Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos.

En cuanto a la organización comunitaria, está representada por el Consejo Comunitario de Desarrollo –COCODE-, que se encarga de la gestión de proyectos de beneficio común.

Dentro de los principales problemas evidenciados, se encuentran: la degradación del suelo por los cultivos limpios, la extracción de leña, alta tasa de analfabetismo.

1.2 Marco Referencial

1.2.1 Ubicación

La aldea Tzamjuyub pertenece al municipio de Nahualá, departamento de Sololá y se encuentra a 38 km de distancia de la cabecera municipal; dentro de las coordenadas geográficas: latitud $14^{\circ}45'20''N$ y longitud $91^{\circ}25'30''W$. En la Figura 1. se presenta la localización de esta aldea.

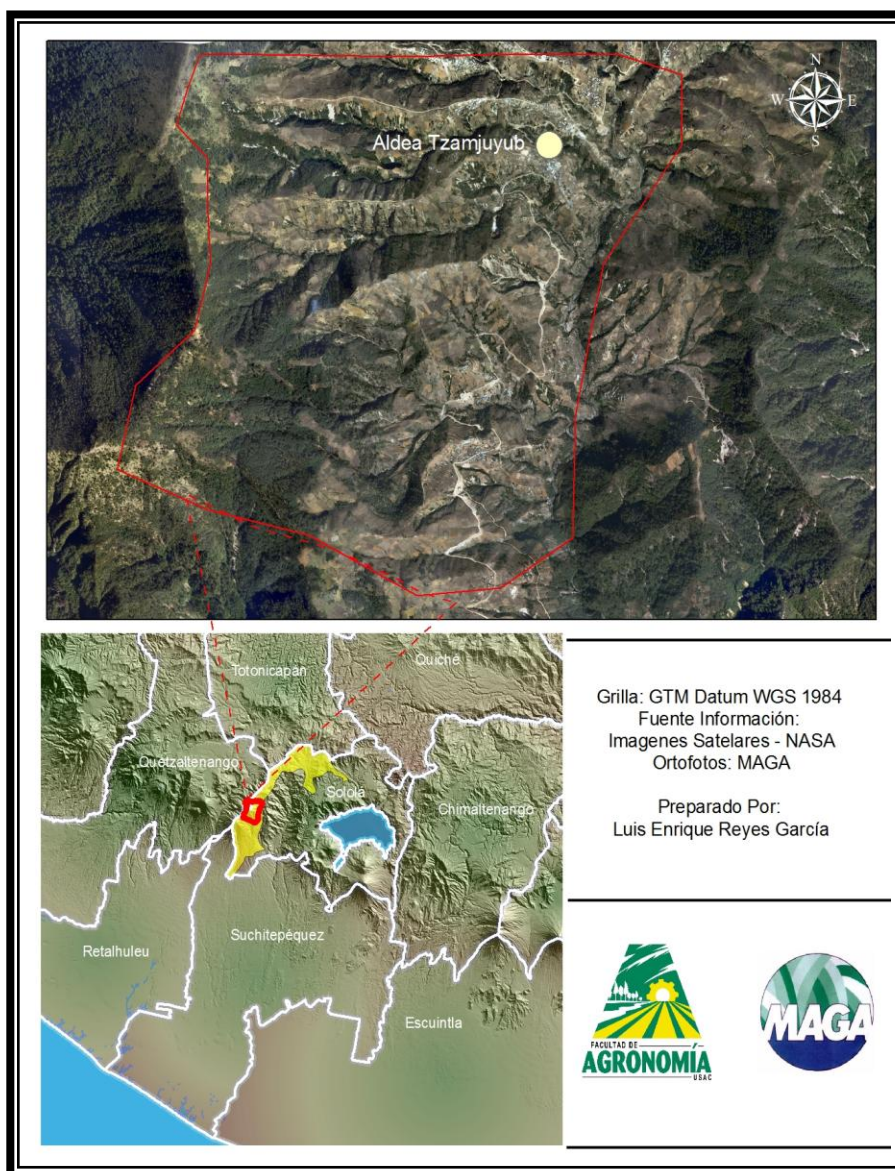


Figura 1 Ubicación geográfica de la aldea Tzamjuyub Fuente Reyes L.

1.2.2 División Política y Administrativa

La aldea Tzamjuyub está dividida por 1 aldea y 8 caseríos que se enumeran en el Cuadro 1.

Cuadro 1 División política y administrativa de la aldea Tzamjuyub

No.	Categoría	Nombre
1	Aldea	TZAMJUYUB
2	Caserío	CHUATARAS
3	Caserío	PAJA
4	Caserío	CHIRIJSACASIGUAN
5	Caserío	PASACASIGUAN
6	Caserío	PACAMAN
7	Caserío	CHUICHA
8	Caserío	PAKIM
9	Caserío	PASAQUIJUYUP

1.2.3 Tenencia de la tierra

De acuerdo con la información proporcionada por las autoridades municipales los terrenos se dividen en: Municipales, Comunales y Particulares. El área municipal comprende bosque natural mixto (aliso, ciprés común y pino colorado), así como latifoliadas (en áreas cercanas a la Boca Costa). Estas áreas fueron concedidas en el año 2003 a través de un acuerdo municipal para que los habitantes de la aldea tuvieran acceso al Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos (PPAFD/PARPA del MAGA) para actividades de conservación del bosque natural para mantener las fuentes de agua. Las áreas comunales comprenden plantaciones de pino y ciprés, para recuperar áreas degradadas; además están comprendidos terrenos dentro de la aldea, que están destinados para la construcción de instalaciones de beneficio comunal (salón, escuela, auxiliatura, centro de convergencia, etc.). Los terrenos particulares comprenden las parcelas con cultivos (maíz, haba, frijol, trigo).

1.2.4 Población

La aldea Tzamjuyub, cuenta con el mayor número de habitantes dentro de la región. En el Cuadro 2 se muestra el número de habitantes y de viviendas por comunidad. Esta información fue proporcionada por los líderes comunitarios.

Cuadro 2 Distribución del número de habitantes, número de familias y total de casas por comunidad, en el año 2006.

Comunidad	Casas	Familias	Habitantes
TZAMJUYUB	130	160	850
CHUATARAS	16	16	87
PAJA	19	26	117
CHIRIJSACASIGUAN	19	26	120
PASACASIGUAN	30	51	300
PACAMAN	65	91	550
CHUICHA	26	29	170
PAKIM	75	103	508
PASAQUIJUYUP	57	105	1700
TOTAL	437	607	4402

En la Figura 2 se presenta la distribución de los habitantes por género y por comunidad.

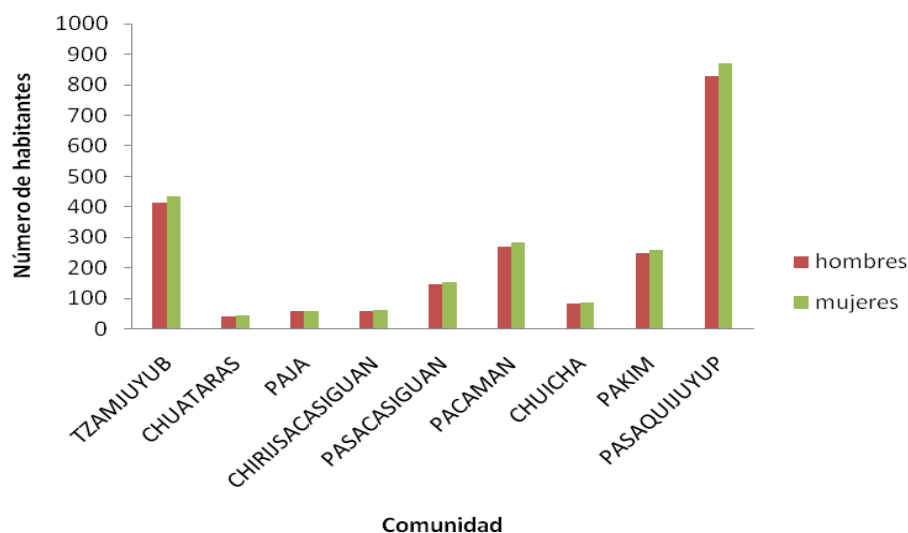


Figura 2 Número de habitantes por género y comunidad. Fuente Reyes L.

De acuerdo con la Figura 2, el porcentaje de hombres en las comunidades es del 48.7% y el de mujeres es el de 51.3%. La comunidad Pasaquijuyup es la más poblada, seguida por Tzamjuyub. La menos poblada es Chuataras.

1.2.5 Educación

Los porcentajes de alfabetismo son muy bajos en estas comunidades. El analfabetismo se encuentra alrededor del 70%, como se muestra en la Figura 3.

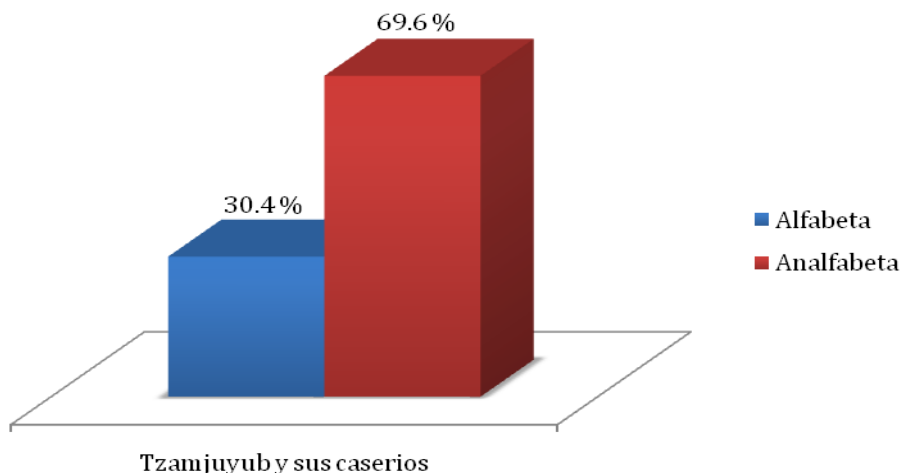


Figura 3 Porcentaje de alfabetismo y analfabetismo en la aldea Tzamjuyub. Fuente Reyes L.

1.2.6 Niveles de Pobreza

Los niveles de pobreza en estas comunidades son de los más altos en Guatemala (la pobreza extrema en el municipio al que pertenecen, Nahualá, es del 33.18%).

1.2.7 Recursos Forestales

De las aproximadamente 2,000 hectáreas de bosque en la cabecera del río Ixtacapa, 900 (aproximadamente 200 ha. son de bosque de coníferas y 700 ha. de bosque mixto) ingresaron en el año 2004 al Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos –PPAFD-, tomando a las nueve comunidades que habitan cercanas al mismo como las beneficiarias. La tierra es municipal pero se hizo un arreglo con la municipalidad de Nahualá para otorgárselas a las comunidades en usufructo. De esta forma las comunidades tuvieron que organizarse y elegir a una persona que las representara a todas juntas. Cada comunidad asigna dos o tres guarda-recursos para patrullar en turnos y realizar otras tareas encaminadas a proteger el bosque. Asimismo, cada familia aporta tiempo al participar en jornadas de reforestación de algunas áreas desprovistas de bosque.

La organización comunitaria funciona de tal forma que los designados como guardabosques no son remunerados sino que los fondos del incentivo que no se usan directamente para la protección del bosque son utilizados para beneficio de toda la

comunidad, lo cual es congruente con el manejo de recursos naturales de las comunidades con un capital social alto en el altiplano occidental de Guatemala (Katz, 2000).

El otro aspecto importante de mencionar sobre el PPAFD es el acompañamiento a las comunidades. Este no sólo se limita al acompañamiento técnico para la protección del bosque y recuperación de áreas degradadas sino que, también se les apoyará en la búsqueda de algún mecanismo que permita que el bosque siga siendo protegido después de la finalización de los cinco años de incentivo.

Cuadro 3 Listado de especies vegetales presentes en el bosque comunal

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Pino colorado	(<i>Pinus oocarpa</i>)
2	Pino triste	(<i>Pinus psedostrobus</i>)
3	Pinabete	(<i>Abies guatemalensis</i>) <i>en peligro de extinción</i>
4	Aliso	(<i>Agnus acuminata</i>)
5	Ciprés común	(<i>Cupressus lusitanica</i>)
6	Encino	(<i>Quercus</i> sp)
7	Canac	(<i>Chyranthodendrum pentadactylum</i>)
8	Arrayán	(<i>Weinmannia pinnata</i>)
9	Laurel	(<i>Litsea guatemalensis</i>)

1.2.8 Altitud

La aldea de Tzamjuyub se encuentra a una altitud de 2,700 metros sobre el nivel del mar.

1.2.9 Zona de Vida

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida propuesta por De la Cruz basado en el Sistema Holdridge, el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida bosque húmedo montano bajo subtropical; que se caracteriza por presentar precipitaciones promedio anuales de 2982 mm, temperatura mínima de 12°C y máxima de 19°C, elevaciones que varían entre 1800 a 3000 msnm. El relieve es accidentado. La vegetación natural predominante que puede considerarse como indicadora es *Cupressus lusitánica*.

1.2.10 Suelo

Según la clasificación de suelos de Simmons et al (7), los suelos de la aldea se clasifican dentro de la serie de suelos Totonicapán, estos suelos son poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica o roca de colar claro en clima frío; húmedo. Ocupan relieves de inclinados a suavemente ondulados a gran altitud en el suroeste de Guatemala. La vegetación natural consiste de pino, pinabete, ciprés, encino, y un pasto grueso que crece en matorral, llamado pajón.

1.2.11 Recursos Hídricos

Dentro de la región donde se localiza la aldea, se encuentra la subcuenca del río Masá, el cual se une a la cuenca del río Nahualate que drena hacia el océano Pacífico. Dentro del bosque comunal también se encuentra el río Ixtacapa que también se une al río Nahualate.

1.2.12 Actividades Económicas

La actividad económica que predomina en la aldea es la agricultura, entre los cultivos que predominan en el área se encuentran:

- a. Maíz: Se produce en todas las comunidades, las técnicas de producción son tradicionales, los rendimientos por área cultivada son bajos (1 quintal, o sea 45 kg., por cuerda de 441 m²)
- b. Frijol: También se produce en todas las comunidades, se destina para el consumo familiar.
- c. Trigo y Papa: Estos son los principales productos comerciales de las comunidades
- d. Hortalizas: La mayoría de especies hortícolas se producen en áreas pequeñas y son de consumo familiar.

Otra de las actividades productivas en esta aldea es la confección de güipiles, estolas, perrajes, cortes, entre otros artículos, que se manufacturan en talleres de cintura y de pie, que son para uso local y para la venta en Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Describir la situación actual de los Recursos Naturales Renovables y los aspectos socioeconómicos de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos, municipio de Nahualá, departamento de Sololá.

1.3.2 ESPECIFICOS

- Describir los antecedentes históricos de relevancia que han determinado las condiciones socioeconómicas actuales de los habitantes de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos.
- Describir las condiciones actuales de los Recursos Naturales de la aldea de Tzamjuyub y sus caseríos.
- Identificar los problemas relacionados con los recursos bosque, suelo y agua y los asociados a las características socioeconómicas de los habitantes de la aldea de Tzamjuyub y sus caseríos.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Fase preliminar de gabinete

Esta fase consistió en la recolección de información secundaria: se obtuvo información de aspectos biofísicos, socioeconómicos, con documentos obtenidos en la municipalidad de Nahualá, así también se ubicó el área de estudio, por medio de mapas.

1.4.2 Fase de Campo

Las visitas de reconocimiento al área de estudio se realizaron para conocer aspectos generales de la comunidad así como la identificación de los líderes comunitarios e instituciones que apoyan a la comunidad.

1.4.3 Selección de comunidades

En la región denominada Chiriscalbal existen alrededor de trece comunidades, de las cuales nueve pertenecen a la aldea Tzamjuyub. En cada comunidad se contó con la participación de un miembro de cada comité (agua, caminos, ambiente, etc.), y un(a)

representante de la comunidad en general, estas personas fueron, convocadas a una reunión previamente.

1.4.4 Herramientas del Diagnostico Rural Participativo

Las herramientas que se utilizaron fueron previamente seleccionadas con el fin de utilizar las más adaptables y que a su vez sean prácticas para los miembros de la comunidad.

1.4.4.1 Diagrama de Tortilla

Para construir el diagrama de tortilla se convocó a un taller a los líderes comunitarios, representantes del los comités de desarrollo. En este taller los participantes dibujaron un comal donde posteriormente colocaron el dibujo de una tortilla donde escribieron los nombres de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, así como comités locales que trabajan para la comunidad, en diferentes programas o proyectos de desarrollo. En la figura 4 se muestra la participación de los líderes.



Figura 4 Elaboración del diagrama de tortilla por un líder comunitario Fuente Reyes L.

1.4.4.2 Transepto

El transepto fue trazado con el apoyo de un líder comunitario. La finalidad de esta actividad fue conocer la actualidad del uso de la tierra de manera general. Para esto fue necesario hacer un recorrido general dentro del área de estudio.

1.4.4.3 Reloj 24 Hrs.

Con la preparación de esta herramienta en cada grupo, los participantes, se van dando cuenta de cómo utilizan el tiempo alrededor de las 24 hrs. del día.

1.4.4.4 Calendario de actividades anuales

Esta herramienta permitió tener información sobre las actividades que realizan, hombres y mujeres durante los meses del año, (de enero a diciembre), distinguiendo épocas de mayor carga de trabajo.

1.4.4.5 Mapa actual y futuro de la comunidad

Se utilizó para tener una visión práctica y de fácil comprensión de la comunidad y lo que ahora tienen y lo que desean tener en el futuro, distinguiendo acciones de corto, mediano y largo plazos (reflejadas en problemas y necesidades).

1.4.4.6 Historia de la comunidad

Revela en base al conocimiento de las personas, como era antes la comunidad, con qué recursos e infraestructura contaba, comparándola con lo que actualmente tienen. Con esta herramienta se identificaron si ha mejorado o empeorado las condiciones o estancado en el desarrollo de la comunidad, pudiendo conocer causas de las mismas.

Para la realización de este elemento se contó con la participación de dos personas de la comunidad con el fin de condensar la información.

1.4.4.7 Fase final de gabinete

En esta etapa se sintetizó toda la información derivada de la etapas del DRP con el fin de general el producto final (diagnostico de la comunidad).

1.5 Resultados

1.5.1 Reseña histórica de la aldea Tzamjuyub

La comunidad de Tzamjuyub, conocida históricamente como “la cumbre de la montaña”, es un lugar que se identifica por sus valores culturales ya que todos sus habitantes pertenecen a la etnia quiché.

En el año 1540 llegaron los primeros habitantes: Miguel Guarchaj, Lorenzo Guarchaj, que pertenecían a la comunidad Chuapalanquix, Nahualá. Estas personas llegaron con la finalidad de habitar toda la región, que fue llamada “Chirijq’a’lb’al”.

De acuerdo con el relato de los viajeros, utilizaban esta ruta para dirigirse a sus terrenos y visitar familiares en la boca costa, además para mantener el comercio entre la boca costa y tierra fría.

En la historia de la comunidad, se relata que el primer proyecto de los habitantes fue la construcción de un molino de trigo, aprovechando el recurso agua para su funcionamiento, esta obra se realizó en el año 1,968, cerca del lugar denominado Pacorral. En 1,956, se organizó una asamblea comunal para el establecimiento de un cementerio y luego de la misma forma en el año 1,983 se construyó el Salón Comunal.

En los últimos 40 años, surgieron las organizaciones y representaciones de la micro región, entre ellas: comité, alcaldías auxiliares, principales, etc. La relación de estos actores todavía es observable en casi al 100% en nuestra actualidad.

Los resultados de la gestión de estas organizaciones comunales se describen a continuación:

En 1,982, se ejecutó el proyecto de construcción de la “alcaldía municipal”.

En 1,988, se construyó una escuela de tres aulas.

En 1,998, se introdujo el servicio agua entubada domiciliar.

1,999, se ejecuto el proyecto de Estufas Mejoradas e Introducción de la energía.

1,999, fue llevada a cabo la apertura de camino desde Tzamjuyub Ixtahucán hasta la Boca Costa y en el año 2,001, los comités gestionan el mantenimiento del camino que conecta con la carretera interamericana desde el kilómetro 171 hasta Xejuyub de la Boca Costa atravesando las comunidades de Pach'utik'im y Tzamjuyub de esa región.

En el año 2,001 es fundado mercado local.

1.5.2 Diagrama de Tortilla

Con esta herramienta se identificaron siete instituciones que trabajan para el desarrollo integral de las comunidades. En el cuadro 4, se presenta la descripción de estas instituciones.

Cuadro 4 Instituciones identificadas en la comunidad y tipo de apoyo que proporcionan

INSTITUCION	Tipo de Apoyo a la Comunidad
PARPA	Apoyo económico para la conservación del bosque natural, apoyo a gestión de proyectos, capacitación y asistencia técnica.
INTERVIDA	Vacunación, Útiles Infraestructura (escuelas), Capacitación en Medio Ambiente, Equipo para escuela.
CODEIN	Capacitación a Cocode, Apoyo a gestión de proyectos, apoyo a organización.
HELVETAS	Plantas Forestales, capacitación y asistencia técnica en Medio Ambiente (aboneras, conservación de suelos, viveros).
INAB	Autorización de Aprovechamiento forestal
VIVAMOS MEJOR	Capacitaciones en salud
MUNICIPALIDAD	Agua Potable, Apoyo construcción de escuelas, Mantenimiento, ampliación y construcción de caminos, Apoyo y gestión de proyectos, insumos y materiales para Vivero.

1.5.3 Transepto

En la figura 5 se presenta el croquis de la comunidad, donde se identificó que los principales usos de la tierra son: agrícola, forestal y pecuario. En el caso de los cultivos agrícolas, los principales son: maíz, trigo y haba. En cuanto al uso forestal se identificó que la comunidad cuenta con bosque natural mixto, con predominancia de ciprés común (*Cupressus lusitánica*) y aliso (*Alnus sp.*). Respecto al uso pecuario, predomina el ganado ovino.

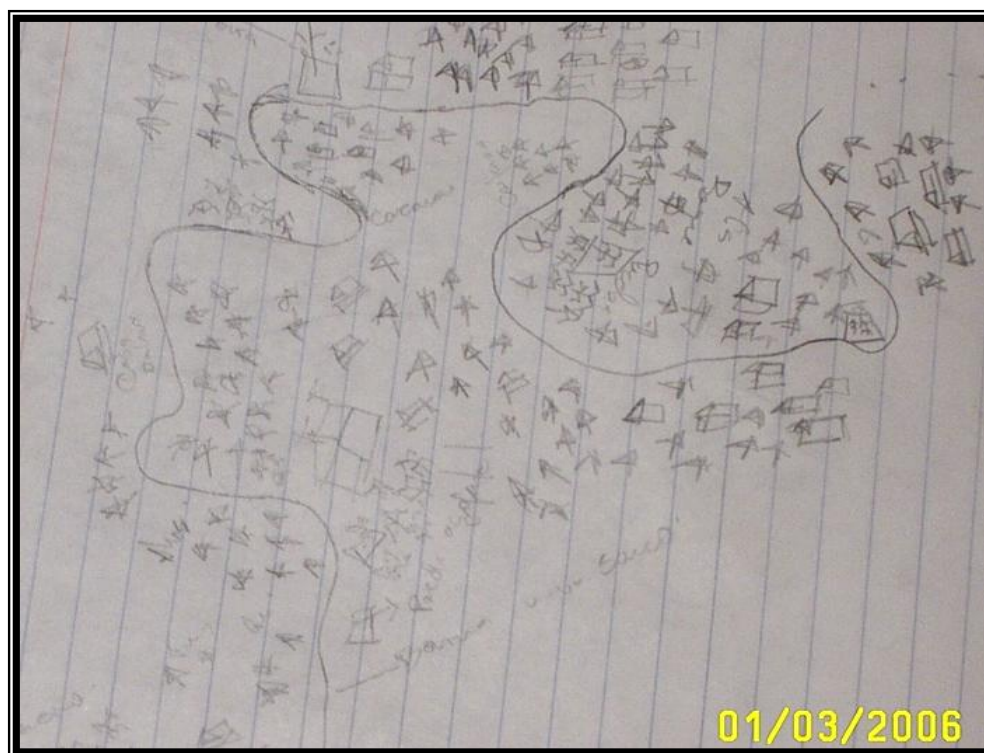


Figura 5 Croquis de la comunidad construido a través del recorrido por transepto Fuente Reyes L.

1.5.4 Reloj 24 Hrs.

Con esta herramienta se identificaron las actividades que realizan los habitantes de la comunidad a lo largo del día. Esta información se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5 Actividades que realizan los comunitarios durante el día

Hora	Actividad
5:00-6:00	Se levantan, se lavan la cara y desayunan
6:00-8:00	Rajan leña, y se dirigen al trabajo al campo
8:00-10:00	Trabajan la tierra (pican, siembran, etc.)
10:00-10:30	Refacción
10:30-12:00	Trabajan la tierra (pican, siembran, etc.)
12:00-13:00	Almuerzo
13:00-16:00	Trabajan la tierra (pican, siembran, etc.)
16:00-17:00	Se dirigen a sus casas
17:00-17:30	Baño en temascal
17:30-18:00	Descanso

18:00-19:00	Cena
19:00-21:00	Reuniones (COCODE, grupo religiosos, etc.)
21:00 en adelante	Duermen

1.5.5 Calendario de actividades anuales

De acuerdo con la información proporcionada por los comunitarios de las actividades que realizan durante el año se presentan en el cuadro 6

Cuadro 6 Actividades realizadas mensualmente por los comunitarios

Mes	Actividad
Enero	Recolección de leña, preparan la tierra para cultivar
Febrero	Corte de trigo y siembra de maíz
Marzo	Siembra de papa
Abril	Siembra de maíz y frijol
Mayo	Siembra de haba y maíz
Junio	Siembra de maxan
Julio	Aplican abono químico a la milpa y la limpian
Agosto	Siembra de trigo
Septiembre	Hacen la segunda limpia de la milpa
Octubre	Cosechan alverja y frijol
Noviembre	Tapiscan el maíz y cortan el café
Diciembre	Corte de hoja de maxan

1.5.6 Situación actual de los recursos naturales renovables

A. Bosque

El área donde se ubica el bosque presenta altas pendientes (arriba del 45%), también se caracteriza por ser un bosque nuboso, la especie forestal que presenta mayor desarrollo (altura y diámetro), es el ciprés común.

A pesar de que el bosque de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos se encuentran bajo conservación, se presentan amenazas debido a la extracción ilegal de leña que ha aumentado producto del crecimiento poblacional y a la falta de alternativas de fuentes energéticas.

B. Suelo

El principal problema que se da es la pérdida de suelo por erosión hídrica, ya que las áreas destinadas a la agricultura se caracterizan por presentar altas pendientes (arriba de 45%), y los agricultores no realizan prácticas de conservación de suelos.

C. Agua

Las fuentes que abastecen de agua a las comunidades no cuentan con un manejo adecuado en cuanto a protección y conservación. Además no se cuenta con estudios de calidad del agua para consumo humano.

1.5.7 Condiciones socioeconómicas

A. Salud

En las comunidades estudiadas no existe centro de salud para que atienda a los habitantes, quienes se ven en la necesidad de viajar a la cabecera municipal de Nahualá.

B. Educación

Existen 3 escuelas primarias y un instituto de educación básica para atender a toda la población de la aldea y sus caseríos estas instituciones no son suficientes para cubrir la demanda.

C. Ingreso Promedio

El ingreso familiar promedio de las personas que se dedican a trabajos agrícolas es de Q800.00 por mes y los que trabajan en obras de construcción y tejedores es de Q1,200.00, dinero que es utilizado para mantener a alrededor de 7 a 9 miembros por hogar; cantidad que es insuficiente para cubrir sus necesidades básicas de alimentación, educación y vestuarios.

D. Migración (origen, destinos y causas)

El 2% de los varones de la aldea migran hacia los Estados Unidos de América en busca de oportunidades y mejores ingresos.

1.6 Conclusiones y recomendaciones

Debido a los conflictos territoriales constantes en la región, no están bien definidos los límites territoriales de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos. La población total de la aldea es de 4402 habitantes que pertenecen a la etnia quiché. El ingreso promedio por familia es de Q800.00 para los que trabajan en la agricultura y Q1, 200.00 para los que trabajan en la manufactura de textiles.

La actividad económica principal es la agricultura, siendo los principales cultivos: maíz, frijol, haba y trigo, que utilizan para consumo familiar.

Del total de la extensión territorial que ocupa Tzamjuyub y sus caseríos, 900 ha. son de bosque en el que predominan las siguientes especies: ciprés común (*Cupressus lusitánica*) y aliso (*Alnus sp.*).

Los principales problemas identificados en la aldea Tzamjuyub y sus caseríos son: extracción de leña, pérdida de suelo por erosión hídrica, contaminación de las fuentes de agua, bajos ingresos económicos de la población, falta de servicios de salud e insuficiente cobertura educativa.

1.7 Bibliografía

1. Castro, O. 2003. Las cuencas hidrográficas de la zona cañera guatemalteca y su entorno (en línea). Guatemala, CENGICANÁ. Consultado 1 oct. 2008 Disponible en: <http://www.cengicana.org/Portal/Compartir/MANUALES/Cuencas%20Hidrograficas%20Z%20Canera.pdf>
2. CATIE, GT. 2004. Curso internacional metodología y estrategias de extensión y desarrollo participativo. Guatemala, MAGA / GTZ. 97 p.
3. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 1999. Política nacional y estrategias para el desarrollo del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Guatemala. 50 p.
4. FAO, IT. 2002. Análisis de género y desarrollo forestal: manual de capacitación y aplicación en línea). Italia. Consultado 21 ene. 2007. Disponible en www.fao.org/docrep/x5246s/x5246s00.htm
5. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2007. Guía para el informe del diagnóstico participativo de bosques comunales y municipales (en línea). Guatemala. Consultado 21 ene. 2007. Disponible en <http://www.inab.gob.gt/boscom/guias/drp.pdf>
6. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI censo nacional de población y vivienda de habitación (en línea). Guatemala. Consultado 25 ene. 2007. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/censosA.html>
7. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH; 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPITULO II

DETERMINACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA UTILIZANDO PARCELAS DE ESCORRENTÍA EN SUELOS VOLCÁNICOS CON TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA ALDEA TZAMJUYUB, MUNICIPIO DE NAHUALÁ, SOLOLÁ, 2006.

DETERMINATION OF HYDROLOGICAL EROSION USING RUNOFF PLOTS IN VOLCANIC SOILS WITH THREE TYPES OF VEGETATION COVER IN TZAMJUYUB, NAHUALA COUNTY, DEPARTMENT OF SOLOLA, YEAR 2006

2.1 Presentación

La producción agrícola es la principal actividad económica de la mayoría de habitantes de Guatemala, los agricultores necesitan tierra para cultivar y obtener productos con el fin de comercializarlos o consumirlos. Por lo que en muchos casos han eliminado el bosque, aumentando así la frontera agrícola (9).

Con el avance de la frontera agrícola, no solo se provoca la destrucción de los bosques, sino también de la vida silvestre, como la fauna, flora y biodiversidad. (9).

Cuando se destruyen los bosques no solo se pierde este recurso, si no también otros recursos como el agua. El agua va disminuyendo poco a poco por la falta de interacción con otros recursos, en este caso el bosque, en donde éste a su vez tiene estrecha relación con el suelo. Y tomando en cuenta áreas con altas pendientes, en donde el bosque juega un papel fundamental para la conservación del suelo.

La pérdida de suelos por erosión hídrica, ocasiona varios problemas, como el rendimiento en las cosechas, provocando que los habitantes de las aldeas busquen suelos más fértiles, encontrando como única alternativa la destrucción de los bosques para obtenerlas.

La cuantificación de la pérdida de suelo por erosión hídrica, se puede hacer de varias maneras, siendo la más exacta, la medición directa de los sedimentos a través de parcelas de escorrentía, en las cuales por medio de recipientes colectores, se puede determinar la cantidad de suelo erosionado, en una determinada área de una región (9).

La aldea Tzamjuyub, pertenece al municipio de Nahualá, Sololá, esta aldea es una de las más lejanas de la cabecera municipal, la fuente de producción actualmente en la aldea es agrícola, principalmente el maíz (*Zea mays* L.) y el trigo (*Triticum stivum* L.) estos cultivos se cosechan en partes con pendientes mayores a el 45% con ninguna practica de conservación de suelo. La finalidad de esta investigación fue describir el comportamiento de la escorrentía y la estimación de suelo erosionado por efecto de la erosión hídrica en

coberturas vegetales y se comparó el efecto entre las distintas coberturas, también se evaluó una cobertura con bosque que consistió en una plantación de ciprés (*Cupressus* sp.) de aproximadamente 8 años de edad y un comparador (sin cobertura), siendo la cobertura de bosque la que proporcionó mayor protección contra la erosión hídrica del suelo. En los meses de mayo y junio estadísticamente hubo diferencia significativa entre los tratamientos de trigo, maíz y sin cobertura contra la cobertura de bosque, a partir del mes de julio hubo diferencia significativa entre el tratamientos de trigo contra el de maíz y sin cobertura, y a partir del mes de agosto hubo diferencia significativa entre el maíz y el sin cobertura, entre mayor cobertura vegetal mayor protección contra la erosión hídrica, pero es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos así como implementar planes de reforestación en áreas con vocación forestal.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Erosión o pérdida de suelo

La erosión es el proceso al que obedece la forma cambiante de la superficie terrestre. Consiste en la separación de las partículas y agregados de la “masa” de suelo y en su transporte y sedimentación en posiciones inferiores al punto original. Los agentes de la erosión pueden ser el agua, el viento, la gravedad, los cambios de temperatura y la actividad biológica (11).

Hay que diferenciar entre erosión geológica, que ocurre en condiciones naturales y es responsable de la configuración de la tierra y la erosión acelerada, donde la actividad del hombre juega un papel preponderante. Mientras que las fuerzas que actúan en la erosión geológica escapan del alcance del hombre y las tasas de erosión raramente exceden de 1 mm por año. En la erosión acelerada el hombre interviene magnificando el proceso, por lo que las tasas de erosión son mayores (11).

En el sentido amplio el término erosión se emplea para referirse a la erosión acelerada, la cual puede definirse como el proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas del suelo por un agente activo, que puede ser el agua o el viento (11).

El agua y el viento promueven los dos principales tipos de erosión acelerada, cuando la pérdida del suelo se encuentra relacionada con el agua de precipitación, la erosión se denomina hídrica y cuando durante la época seca la pérdida del suelo de su lugar original se debe especialmente al viento la erosión se denomina erosión eólica (11).

2.2.2 Erosión Hídrica

La erosión hídrica es el proceso que consiste en la separación, transporte y sedimentación del suelo por el agua. Las causas y efectos de este proceso, se presentan en la Figura 6.

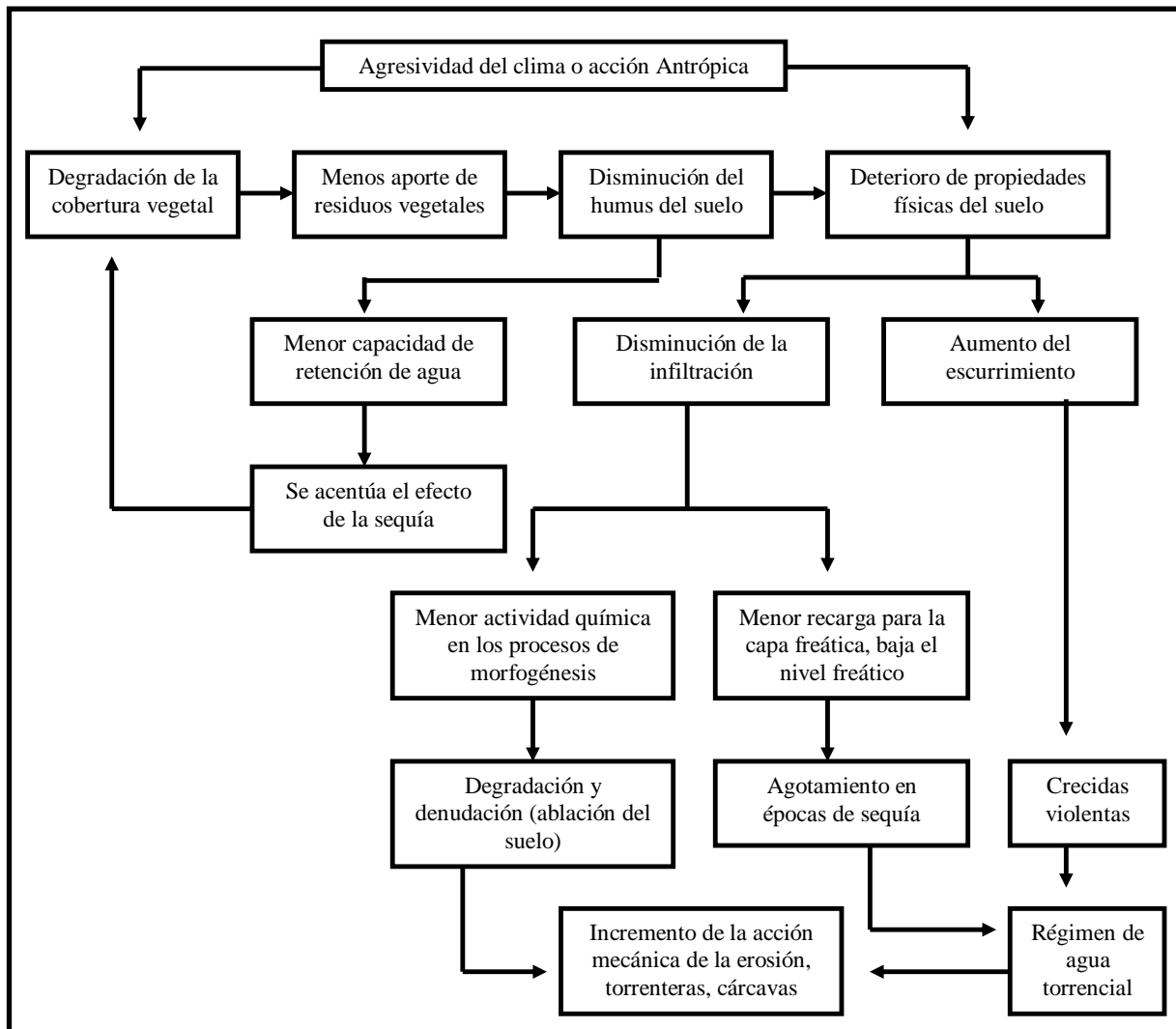


Figura 6 Esquema general de la erosión hídrica. Fuente Páez ML:

Las pérdidas de suelo por erosión hídrica puede expresarse en unidad de peso por unidad de área, por milímetro de lluvia, en un determinado lapso de tiempo ($\text{mg/ha} \cdot \text{año}$) o en lámina anual de suelo perdido, en base a una densidad aparente del suelo dada en (mm/año) (11).

2.2.3 Procesos de la erosión hídrica

En la erosión hídrica se distinguen tres procesos principales como son: la separación, el arrastre y la sedimentación del suelo.

A. Separación

Es el proceso por el cual se produce el aflojamiento, separación y disgregación de los agregados del suelo, en partículas de tamaños transportables. Se mide en unidades de peso por superficie (mg/ha, g/m²).

La escorrentía y la erosión del suelo se inician con el impacto de gotas de lluvia sobre el suelo desnudo. Cuando llueve, gotas de hasta 6 mm de diámetro bombardean, la superficie del suelo a velocidades de impacto de hasta 32 kilómetros por hora (2).

Suelo salpicado en postes de cercos o murallas en un campo o una parcela de suelo desnudo es evidencia de la fuerza de grandes gotas de lluvia cayendo sobre un suelo desnudo (6). Meyer y Mannering (8) reportaron, que las gotas de lluvia que caen durante un año en una hectárea de tierra, ejercen un impacto de energía equivalente a 50 toneladas de dinamita. Esta energía que llevan las gotas de lluvia, desagrega el suelo en partículas muy pequeñas que obstruyen los poros, provocando una selladura superficial que impide la rápida infiltración del agua (Figura 7).

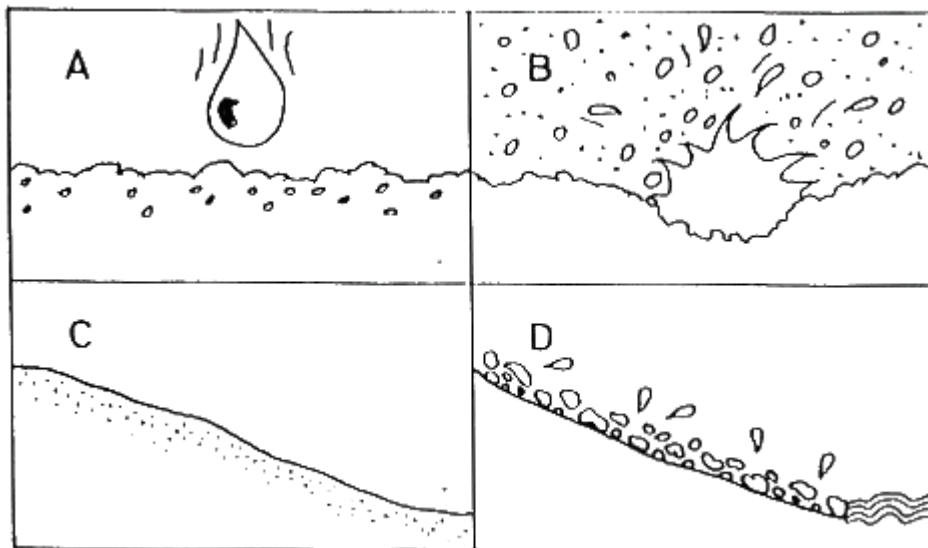


Figura 7 Etapas del proceso de erosión hídrica Fuente: Derpsch

Por el impacto de la gota de lluvia sobre el suelo desnudo (Figura 7A), sus agregados son desintegrados en partículas minúsculas (Figura 7B), que tapan los poros formando una selladura superficial (7C), provocando el escurrimiento superficial del agua de lluvia. El

agua que escurre carga partículas de suelo que son depositadas en lugares más bajos cuando la velocidad de escurrimiento es reducida (7D) (1).

B. Transporte

Es el proceso por el cual las partículas y/o agregados del suelo se mueven a través de la pendiente. Se expresa en unidades de peso por unidad de distancia (mg/km, g/m) (11).

Al impactar la gota de lluvia en el suelo desnudo, las partículas pequeñas que desprenden del suelo sellan el suelo contiguo (Figura 7B y 7C), por lo que sólo una pequeña parte del agua de lluvia consigue infiltrarse, siendo que la mayor parte se escurre superficialmente, perdiéndose para las plantas y causando, al descender las laderas, daños apreciables por erosión (2).

El secado del sellamiento superficial tiene como resultado el encostramiento del suelo, que puede dificultar o hasta impedir la germinación y emergencia de semillas de los cultivos sembrados. El encostramiento del suelo solamente se forma en condiciones de suelo desnudo. Suelos altamente susceptibles al encostramiento no presentan este problema una vez que se utiliza la siembra directa y sistemas de cobertura permanente del suelo (2).

D. Sedimentación

Proceso por el cual los materiales de suelo transportados son depositados al disminuir la capacidad de transporte del flujo de agua. Al igual que ocurre con la erosión eólica, la erosión hídrica también es un proceso intermitente, pues el suelo depositado, vuelve a ser transportado, bajo una nueva actividad del agua (11).

La posibilidad de sedimentación del material transportado, va a depender del tamaño y la densidad de las partículas transportadas y de la energía del flujo de escorrentía, la distancia a la cual serán transportadas las partículas varía desde unos pocos centímetros hasta cientos de kilómetros. Generalmente la arena gruesa se queda en las depresiones de los surcos de los cultivos, mientras que la arcilla y el humus coagulan por la concentración de electrolitos y los materiales finos (limos y arenas muy finas) permanecen

en suspensión hasta que la velocidad del flujo desciende a valores muy bajos depositándose en las llamadas playas de sedimento o embalses, lagos y ríos (11).

2.2.4 Tipos de erosión hídrica

La erosión por acción del agua se clasifica como erosión por chapoteo, por flujo superficial y erosión por flujo canalizado (3).

A. Erosión por chapoteo

Consiste en la dispersión de pequeñas partículas por la acción de las gotas de agua que causan desprendimiento y movimiento debido a la fuerza y cantidad de lluvia que golpea al suelo desnudo, con lo cual se alcanza que chapoteen el suelo hasta 61 cm de altura y 152 cm de distancia (3).

Los suelos más fácilmente separados por el chapoteo erosivo de las gotas de lluvia son las arenas finas y los limos. Las partículas más gruesas son más difíciles por su mayor volumen y peso. La mayoría de los suelos de textura más fina, como las arcillas y los francos arcillosos, no son realmente separados por las fuerzas de cohesión que mantienen los agregados, aunque las arcillas muy húmedas pueden estar en estado disperso después del congelamiento y descongelamiento (3).

B. Erosión por flujo laminar

El agua de escorrentía es responsable de mucha de la erosión. Mueve partículas de suelo por arrastre superficial, salto y suspensión. El arrastre superficial significa movimiento de suelo húmedo y supersaturado pendiente abajo, por una acción de rodaje o arrastre. El salto se origina cuando agua turbulenta obliga a las partículas de suelo a saltar cuando se mueven hacia abajo. Las pequeñas partículas que nunca tocan la superficie del suelo, cuando se mueven a lo largo del flujo son llevadas por suspensión. El color de las aguas se debe al suelo transportado por suspensión (3).

C. Erosión por flujo canalizado

Cuando el agua se mueve sobre la superficie del suelo, algo se concentra en los lugares bajos para cortar depresiones más profundas o canales. El flujo continuado desarrolla canales menores; más tarde estos canales se convierten en surcos y cárcavas (3).

2.2.1 Factores que influyen en la erosión hídrica

Entre los factores que influyen en la mayor o menor erosión hídrica de los suelos pueden distinguirse tres, la precipitación, relieve, cubierta vegetal y tipo de suelo; a continuación se presenta un resumen detallado de los mismos.

A. Precipitación

a. Intensidad

Cuando sobrepasa los 25 mm/hora causa erosión, debajo de este nivel la energía es tan baja que las gotas no tienen capacidad de realizar el trabajo de erosión (7).

b. Duración

Cuando se considera conjuntamente con la intensidad, la duración refleja la magnitud de la tormenta. Tormentas menores de 12.7 mm de lámina se consideran no erosivas y mayores de 45 mm se consideran de gran erosividad (10).

c. Frecuencia

Se refiere al número de veces que se repite un evento en un período determinado. Cuando la frecuencia es amplia el suelo se encuentra seco y al humedecerse se disgregan los agregados debido a la mayor cantidad de aire atrapado. En suelos con alto contenido de arcillas expandibles las lluvias frecuentes provocan una mayor erosión (11,12).

B. Relieve

a. Grado de pendiente

Al aumentar la pendiente la velocidad del flujo se incrementa de tal manera que al duplicarse la pendiente, la cantidad de suelo erosionada es de 2.5 veces (11).

b. Longitud de pendiente

La pérdida de suelo se incrementa 1.5 veces por unidad de área, cuando se dobla la longitud de la pendiente (11).

C. Cubierta vegetal

a. Densidad

Una buena densidad vegetal sobre el suelo (100 %), impedirá que las gotas de lluvia lleguen directamente a él disipando la energía cinética de las gotas de lluvia, además que las raíces de éstas amarran el suelo, principalmente las de raíces fibrosas como los pastos (11,12).

b. Tipo de cultivo

Si son árboles reducirán la energía cinética de las gotas de lluvia las cuales resbalarán por hojas y ramas hasta el suelo permitiendo una mayor infiltración y recarga del manto acuífero, en tanto que los cultivos limpios como el maíz tienen escasa cobertura (densidad) y facilitan en mayor grado a erosión menor retención de agua en el suelo (12).

D. Tipo de suelo

a. Propiedades físicas

Las texturas sueltas como las arenosas son más susceptibles a la erosión, en tanto que las arcillosas no permiten la libre infiltración del agua, lo que también resulta dañino, una buena textura puede ser una franca arcillo-arenosa, la cual resiste muy bien el efecto del desprendimiento y arrastre del suelo ya sea por el agua o por el viento. Un suelo profundo es más resistente a la erosión que un suelo poco profundo, se considera que es fácil de erosionar un suelo de unos 20 centímetros de profundidad (3).

b. Propiedades químicas

Suelos con altos contenidos de sodio en arcillas expandibles son susceptibles a la erosión, puesto que con lluvias frecuentes se hinchan las arcillas y son arrastradas por el agua. Suelos con alto contenido de materia orgánica mantienen una mejor agregación de las partículas evitando la erosión y suelos con bajos contenidos de materia orgánica tienden a ser más sueltos y por ende más fácil de erosionarse (11).

c. Propiedades biológicas

La micro y macro flora y fauna del suelo es muy importante pues en suelos donde es abundante, permiten procesos de descomposición de la materia orgánica que liberan exudados que unen las partículas de suelo, en tanto que donde la población biológica es baja los suelos no se agregan uniformemente facilitando la erosión (11,3)

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

- A.** Describir el comportamiento de la escorrentía y estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica en tres tipos de cobertura vegetal con pendientes mayores al 45%, en la aldea Tzamjuyub, Nahualá, Sololá.

2.3.2 Objetivos específicos

- A.** Cuantificar el escurrimiento superficial generado por las lluvias en el suelo bajo los cuatro tipos de cobertura evaluadas.
- B.** Evaluar preliminarmente el efecto de cuatro tipos de cobertura, sobre la pérdida de suelo por erosión hídrica.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Selección del área experimental

Se identificaron áreas con pendientes mayores a 45% y suelos con características similares, pero con variaciones en cuanto a su cobertura vegetal, priorizando los cultivos que tienen impacto en la población de estas aldeas, se tomaron en cuenta los cultivos de maíz, trigo, y cobertura forestal. Se buscó un lugar para ubicar las parcelas de escurrimiento superficial dentro de la aldea Tzamjuyub, Nahualá, y se eligieron las áreas más representativas.

2.4.2 Selección de los tratamientos

Se seleccionaron los tratamientos, de acuerdo a los cultivos de mayor predominancia, en la región, o al uso más frecuente en la región, y por lo tanto en la aldea, así como cobertura forestal y parcelas limpias como comparadores.

El experimento se realizó con una pendiente representativa de los terrenos, del área de estudio, esta fue mayor de 45%.

Los tratamientos fueron:

- Cultivo de maíz (*Zea mays* L.)
- Cultivo de trigo (*Triticum stivum* L.)
- Cobertura forestal (*Cupressus* sp.)
- Testigo (sin cobertura vegetal)

Para el tratamiento de cobertura forestal se utilizó una plantación de ciprés de aproximadamente 8 años de edad, la cual se encontraba dentro del área donde se instalaron los otros tratamientos.

2.4.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar. En el experimento se realizaron tres repeticiones para cada uno de los tratamientos, lo cual generó un número de 12 unidades experimentales, de 50 m² (5X10 m) cada una.

A. Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizó para el diseño experimental fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \{ \quad \quad \quad i = 1,2,3,4$$

$$j = 1,2,3,4$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta observada o medida en la ij -ésima unidad experimental

μ : Media general

τ_i : Efecto de la i -ésima cobertura

ε_{ij} : error experimental asociado a la ij -ésima parcela experimental

La distribución de los tratamientos en el área experimental se muestra en la figura 8.

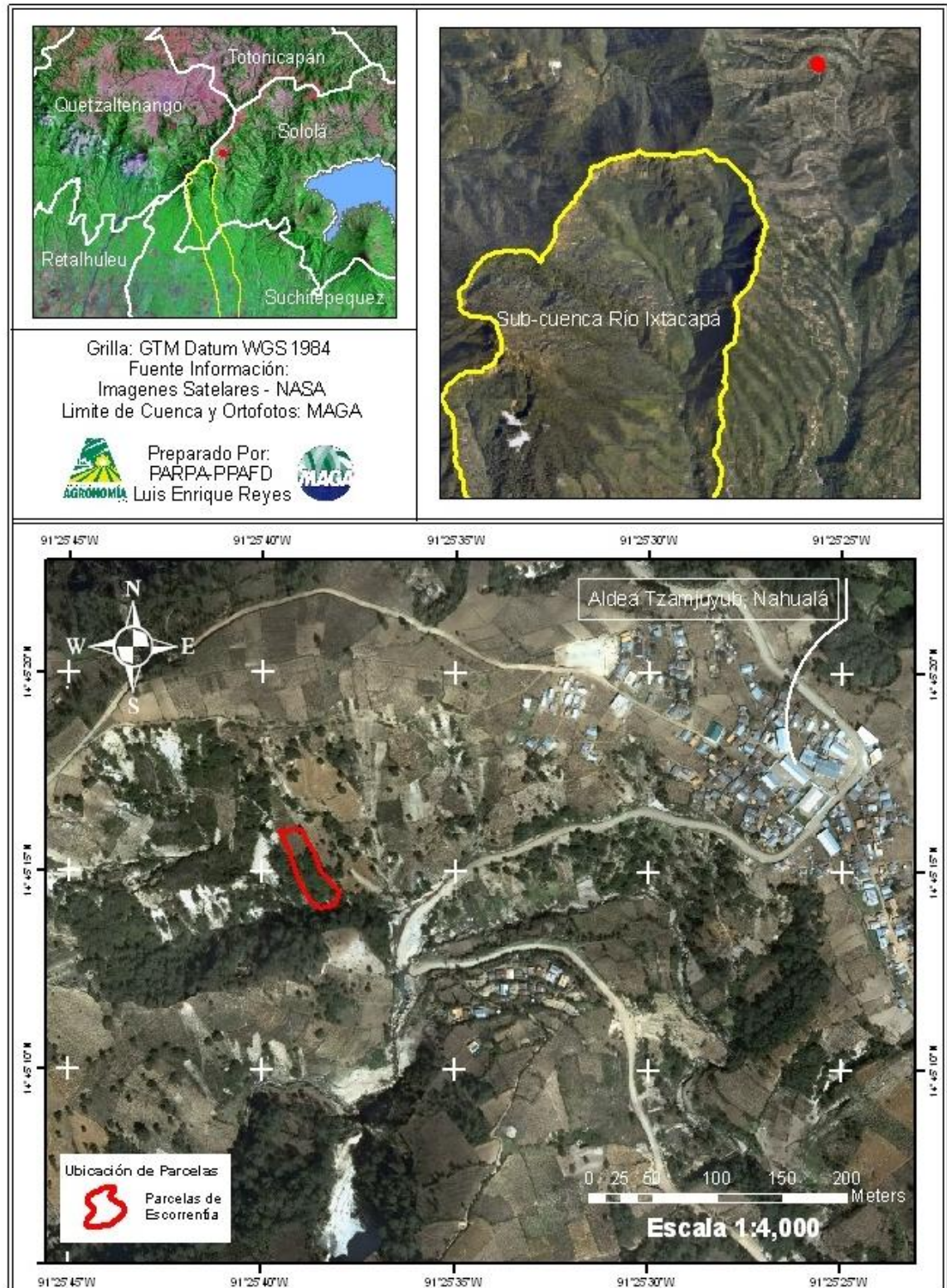


Figura 8: Ubicación del área experimental. Fuente Reyes L.

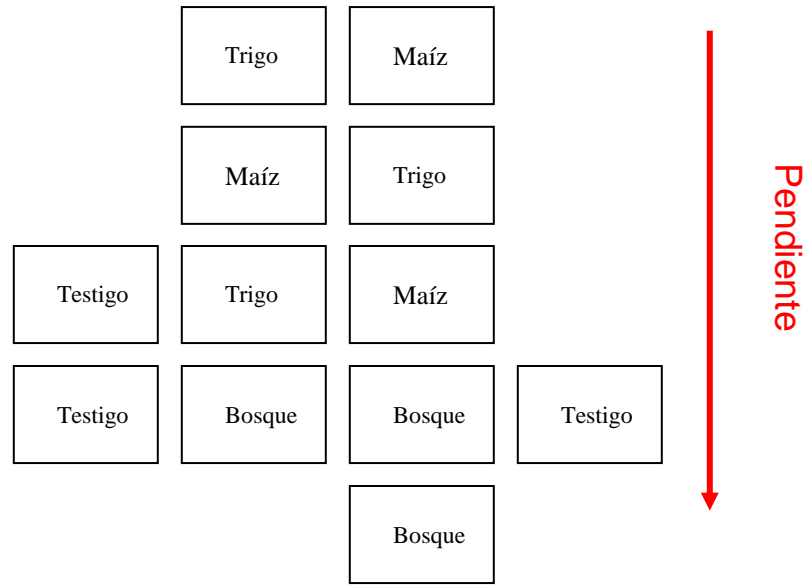


Figura 9 Croquis del experimento, determinación de la erosión hídrica, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.

2.4.4 Instalación de las parcelas experimentales

A. Confinamiento de las parcelas

Para evitar la penetración de escorrentía superficial de áreas aledañas, se circularon las unidades experimentales (parcelas de escorrentía) utilizando tablas de madera de segunda calidad (lepa) de 0.30 metros de ancho, estas se insertaron en el suelo hasta una profundidad de 0.15 m y se sobrepusieron a unos 0.15 m.

Se colocó un poco de suelo a ambos lados de la tabla y se compactó para darle estabilidad a las tablas y evitar una posible pérdida de escorrentía hacia afuera de la parcela o entrada de escorrentía del área adyacente (4).

B. Sistema colector de agua y sedimentos

a. Canales conductores

El sistema colector de agua y sedimentos consistió en canales de revestimiento de nylon de doble forro (Figura 10), colocados en la parte más baja de la parcela con un leve desnivel, los cuales se encargaron de recibir el agua de escorrentía y dirigirla hacia los recipientes colectores.



Figura 10 Canales conductores en parcelas con cultivo y con bosque en la aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.

b. Recipientes colectores

Como recipientes colectores se utilizaron toneles plásticos de 55 galones con forma cilíndrica (Figura 10), y se colocaron dos por cada parcela en los cuales se midió el volumen de agua de escorrentía y la cantidad de suelo arrastrado. Para medir el volumen agua de escorrentía se calibraron los recipientes, determinando el volumen de agua en función de la altura del agua caída en el recipiente.



Figura 11 Tonel de 55 gl, recipiente utilizado como colector de sedimentos, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.

c. Fuente de datos meteorológicos

Dentro del área de experimento se instaló un pluviómetro (Figura 12) y un termómetro. La precipitación y temperatura, fueron monitoreadas diariamente.



Figura 12 Pluviómetro, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.

d. Limpia y siembra de los tratamientos

El área de los tratamientos tanto cultivos como el testigo, fue limpiada de todo tipo de maleza que se encontraba en ella, utilizando el método tradicional de la región (Figura 13), que consiste en limpiar con azadón toda la parte superficial y enraizamiento de la maleza.



Figura 13 Limpia de área experimental Fuente Reyes L.

e. Trigo

Para este tratamiento ya con el área experimental limpia, se realizó una labraza o remoción de suelo donde se sembró el trigo y posteriormente fue cubierto con el suelo. El

método que se utilizó fue “al voleo” (Figura 14), este es el método tradicional que utilizan en la región, el cual consiste en lanzar la semilla de trigo por toda el área del tratamiento hasta cubrirla por completo.



Figura 14 Siembra trigo al voleo Fuente Reyes L.

g. Maíz

- Siembra

En este tratamiento, a diferencia del anterior solo se removió la maleza y se sembró el maíz, la forma de siembra fue haciendo un ahoyado con el azadón depositando alrededor de 4 a 5 granos de maíz junto con un puñado de abono orgánico (gallinaza) por siembra y posteriormente cubiertos con suelo (Figura 15), el distanciamiento fue de 1 X 1 m.

- Mantenimiento

El mantenimiento que se le dio a las parcelas consistió en realizar limpiezas de maleza entre las plantaciones.



Figura 15 Siembra de Maíz. Fuente Reyes L.

h. Testigo

En este tratamiento se realizaron limpiezas constantes con el fin de mantenerlo sin cobertura vegetal.

2.4.5 Variables de respuesta

Las variables de respuesta medidas fueron:

- a) Volumen de escurrimiento superficial total en metros cúbicos por hectárea por año.
- b) Cantidad de suelo erosionado expresado en peso seco de sedimentos, en toneladas métricas por hectárea.

2.4.6 Medición de variables

A. Escurrimiento superficial

La recolección de la esorrentía se efectuó diariamente siempre que se registró un evento de lluvia, teniendo en cuenta también que hubiera llegado agua a los recipientes colectores por lo menos en una parcela. La medición se efectuó con una regla graduada, (Figura 15) lo cual permitió tener la profundidad de agua escurrida, luego se determinó el volumen en m^3/ha .



Figura 8 Medición de escorrentía utilizando una regla graduada. Fuente Reyes L.

C. Cantidad de suelo erosionado

El material acarreado por la escorrentía se cuantificó tomando en cuenta los sólidos en suspensión y sedimentos depositados en el fondo de los recipientes colectores.

a) Sólidos en suspensión:

Se tomó una muestra de un galón (3.78 litros) de agua de los recipientes colectores para cada parcela después de un evento de lluvia que arrastrara sedimentos. Para determinar la cantidad de sólidos, la muestra de agua se filtró, se pesó en húmedo en una balanza con precisión en gramos y se secó en un horno, posteriormente se determinó su peso en base seca.

b) Sedimentos:

Después de evacuar el agua de los recipientes se sacaron los sedimentos depositados en el fondo de éstos y los sedimentos colectados en el fondo de los canales se pesaron en húmedo en una balanza.

Los datos de escorrentía y sedimento recolectados se anotaron en boletas diseñadas para este fin.

2.4.7 Análisis de la información generada

Se cuantificaron los datos de escorrentía superficial, y la cantidad de suelo erosionado (peso de sedimentos) fue sometida a un análisis de varianza (ANDEVA) para establecer si existían diferencia significativa entre los tipos de cobertura y cada mes de la época lluviosa del año 2006 (mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre).

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 7, se muestra el resumen de resultados obtenidos en el experimento tanto escorrentía superficial como de la erosión promedio en los tratamientos, los datos de escorrentía superficial están representados en metros cúbicos por hectárea por mes ($m^3/ha/mes$), en cada tratamiento. Y los datos de erosión están representados en toneladas métricas por hectárea (tm/ha).

Cuadro 7 Resumen de resultados de escorrentía y suelo erosionado, aldea Tzamyub, 2006.

COBERTURA	MESES CON LLUVIA											
	Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre	
	Escorrentía m^3	Erosión promedio tm/ha	Escorrentía m^3	Erosión promedio tm/ha	Escorrentía m^3	Erosión promedio tm/ha	Escorrentía m^3	Erosión promedio tm/ha	Escorrentía m^3	Erosión promedio tm/ha	Escorrentía m^3	Erosión promedio tm/ha
TRIGO	2,066.89	28.72	2,836.49	42.57	1,669.81	18.04	771.71	14.22	2,060.57	13.02	1,537.79	8.62
MAIZ	1,869.21	28.57	2,565.21	41.33	1,510.10	18.15	697.90	14.27	1,863.50	15.59	1,390.72	12.69
BOSQUE	1,345.63	1.29	1,846.67	3.66	1,087.11	2.00	502.41	0.58	1,341.51	1.32	1,001.16	1.70
SIN COBERTURA	1,788.09	29.22	2,453.88	39.55	1,444.56	18.91	667.61	20.58	1,782.62	21.75	1,330.36	17.73

Es importante mencionar que para estos resultados se realizó una conversión para cambiar el valor de los resultados obtenidos en el campo que se encontraban en kilogramos (kg.) a toneladas métricas (tm) y parcela experimental ($50m^2$) a hectáreas.

2.5.1 Escurrimiento Superficial

En la figura 16, se observan los volúmenes cuantificados de escorrentía superficial en la época lluviosa del año 2006. Estos datos fueron estimados haciendo la conversión de metros cúbicos por tratamiento que se obtuvieron en el experimento a metros cúbicos por hectárea.

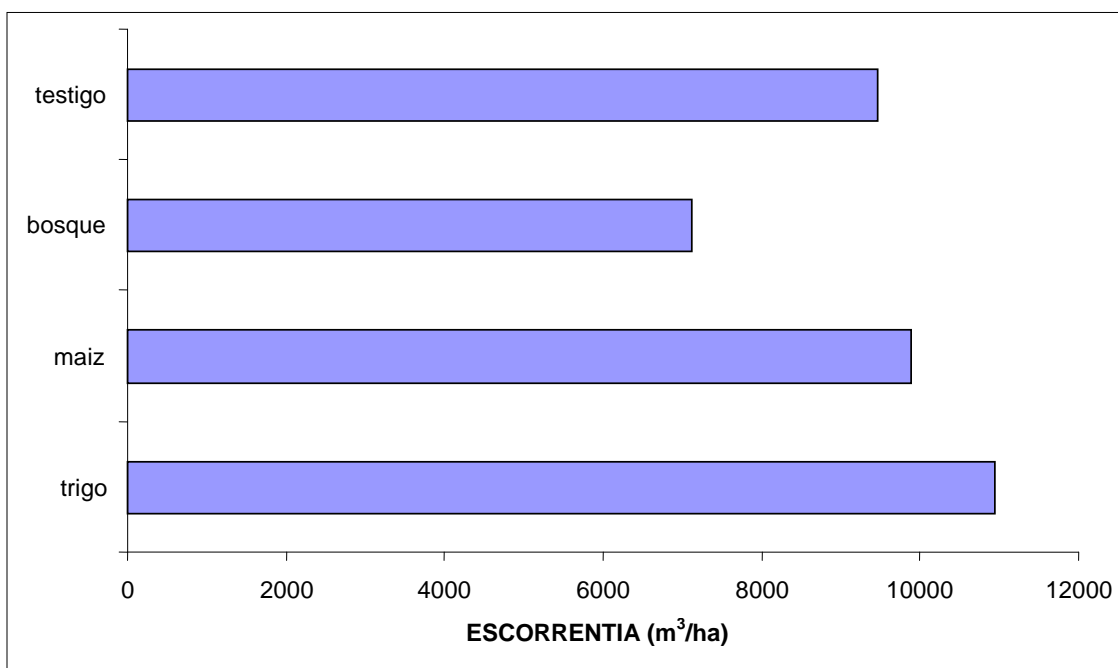


Figura 17. Escorrentía superficial por época de lluvia del año 2006, aldea Tzamjuyub. Fuente Reyes L.

Se observa en la figura 17, el tratamiento que a lo largo del experimento generó una mayor cantidad de volumen de escorrentía en la época lluviosa del año 2006, en la aldea Tzamjuyub fue el tratamiento de trigo y por otro lado el tratamiento que generó menor cantidad de escorrentía durante la época lluviosa del año 2006 en la aldea Tzamjuyub fue la plantación de ciprés con aproximadamente 8 años.

En la figura 18, se observan los volúmenes cuantificados de escorrentía superficial por mes. Estos datos fueron estimados haciendo la conversión de metros cúbicos por tratamiento por mes que se obtuvieron en el experimento a metros cúbicos por hectárea por mes.

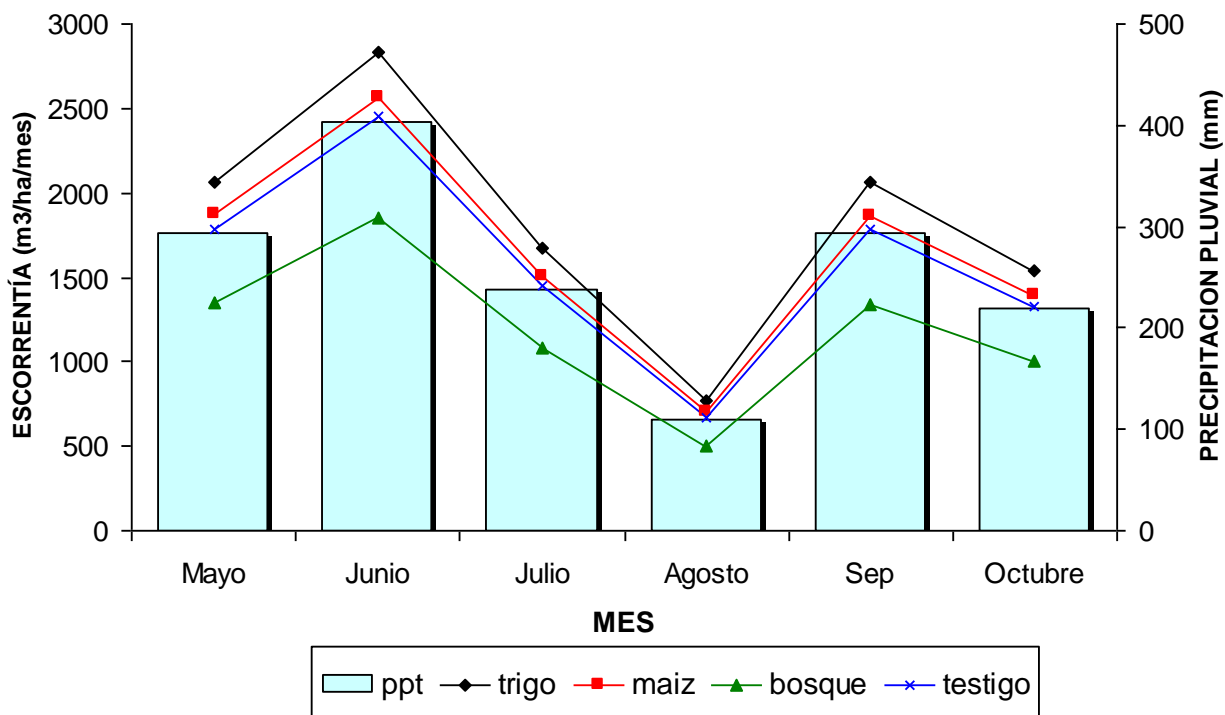


Figura 18. Escorrentía superficial por mes y tipo de cobertura, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.

Los escurrimientos medidos serían manifestados por la cobertura vegetal que tuvo mayor remoción del suelo (trigo), ya que éste se realizó en la primera semana del mes de mayo por lo que la precipitación que llegó al suelo se saturó rápidamente, tomando en cuenta además que el mes de junio fue el que presentó mayor precipitación (403.95 mm) a lo largo de la temporada lluviosa del año 2006. Por lo contrario, el tratamiento que generó menor volumen de escorrentía fue el que tuvo como cobertura la plantación de ciprés de 8 años.

Lo que ocurrió en base a lo mencionado anteriormente se debió a la cobertura vegetal que se encuentra en cada tratamiento, si a esto le sumamos la remoción de suelo que se le hizo al tratamiento de trigo en el mes de mayo y a su vez se toma en cuenta la alta precipitación del mes de junio donde el cultivo de trigo no había llegado a su etapa de madurez. En el tratamiento de la plantación de ciprés de 8 años, lo que ocurrió fue que la precipitación total no llegó directamente al suelo como ocurrió en el resto de los tratamientos (trigo, maíz, sin cobertura) y esto sucedió por la cobertura de copas, además que en la cobertura forestal existía materia orgánica depositada en la parte superior del

suelo, esto evito que el agua se infiltrara al suelo con mayor velocidad, provocando así un menor volumen de escurrimiento

2.5.2 Suelo Erosionado

De acuerdo con el análisis de varianza (cuadro 8), en todos los meses que duró el experimento se presentaron diferencias significativas en cuanto al peso seco de sedimento, ya que los valores de probabilidad ($PR > F$), fueron menores que el nivel de significancia definido (0.05).

Cuadro 8 Resumen del análisis de varianza para la variable peso seco de sedimento, para cada uno de los meses de la época lluviosa.

MES	VALOR DE F	PR>F
MAYO	2306.46089	4.3751E-12
JUNIO	586.70574	1.02951E-09
JULIO	1308.975146	4.20108E-11
AGOSTO	1796.612072	1.18665E-11
SEPTIEMBRE	2226.27352	5.0393E-12
OCTUBRE	289.385104	1.7043E-08

A lo largo de la época lluviosa del año 2006, la cobertura con plantación de bosque de 8 años fue en la que se obtuvo el menor peso seco como se muestra en la figura 18 y se corrobora con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (anexos). De mayo a julio no existieron diferencias entre las coberturas trigo, maíz y sin cobertura. A partir de ese mes, el testigo (suelo sin cobertura) fue el que presentó mayor pérdida de suelo.

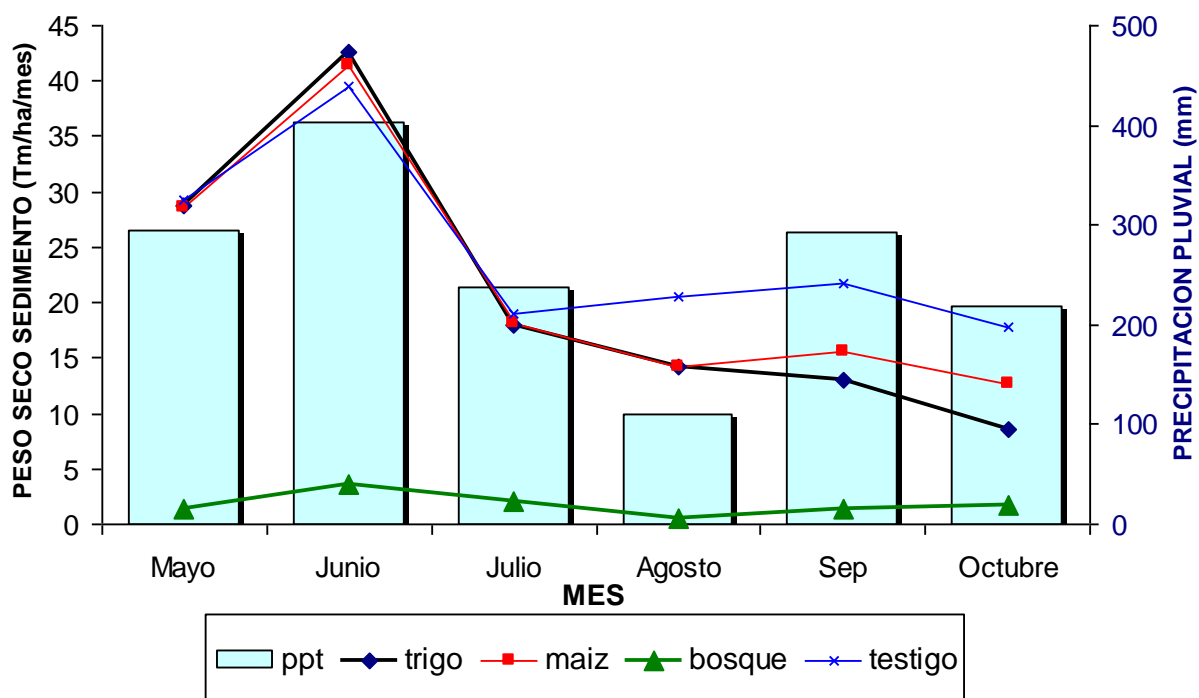


Figura 19. Suelo erosionado promedio en tm/ha/mes, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.

Lo que se presenta en la figura 19, es que en los tratamientos de trigo, maíz, y sin cobertura se tuvo el mismo comportamiento en la pérdida de suelo en los meses de mayo y junio esto fue debido a que en el mes de mayo se limpiaron los suelos de los tratamientos y por lo tanto el suelo quedó completamente desnudo. También se observa que en la cobertura con plantación de ciprés de 8 años, existe una diferencia significativa en relación a la pérdida de suelo esto se debe a que la cobertura con ciprés se mantuvo constante a lo largo del experimento. También se observó que a partir de agosto se ve una diferencia significativa en la pérdida de suelo en los tratamientos de trigo, maíz y sin cobertura esto es resultado del crecimiento de los cultivos de trigo y maíz tomando en cuenta que para estos meses estos cultivos proporcionan una mayor cobertura en los suelos, ya en los meses de septiembre y octubre se vuelve a mostrar una diferencia significativa entre los tratamientos de maíz y trigo esto fue resultado tanto de la cobertura como del grado de madurez de la plantación de trigo y a la vez se toma en cuenta la densidad del cultivo de trigo ya que cubría completamente el área del tratamiento.

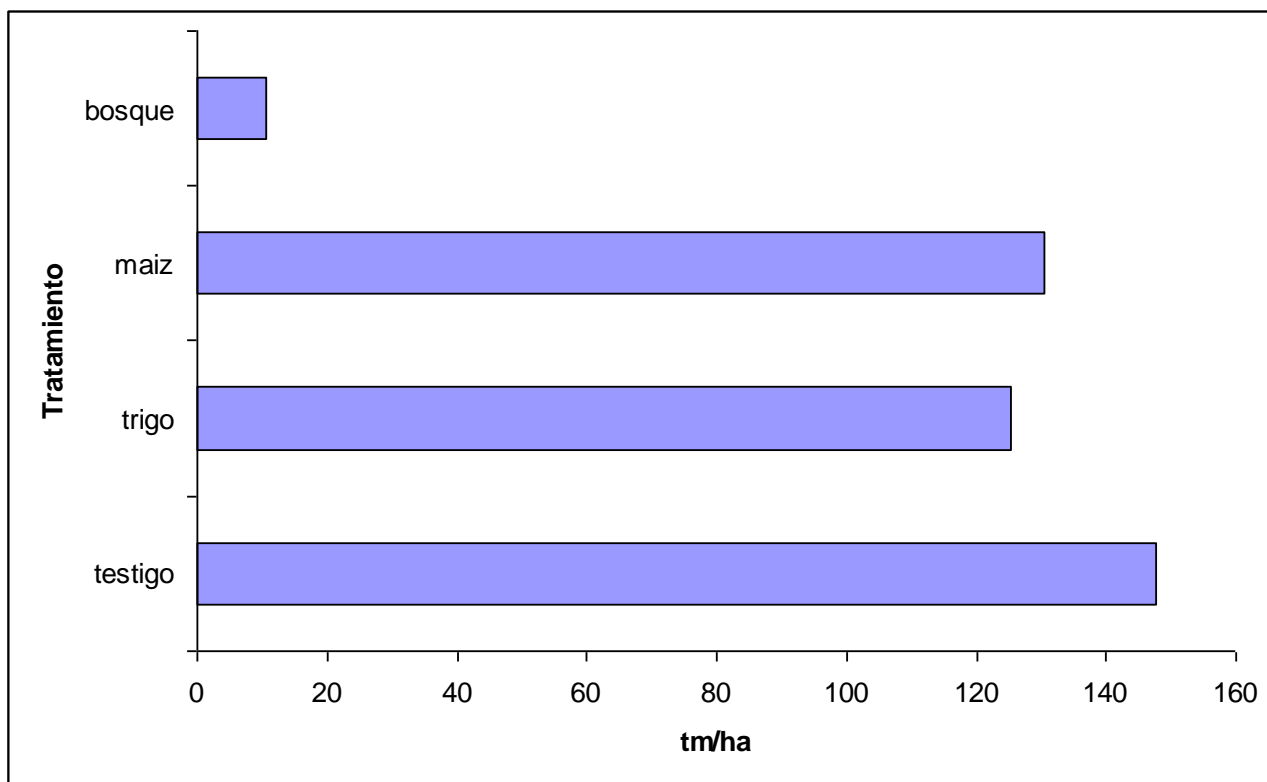


Figura 9. Suelo erosionado promedio en tm/ha/época de lluvia, aldea Tzamjuyub, 2006. Fuente Reyes L.

En la figura 20, se muestra la cantidad de suelo erosionado a lo largo de la época lluviosa del año 2006, estos valores están expresados en toneladas métricas por hectárea, los valores son estimados de los valores reales generados en el campo los cuales fueron de kilogramos por parcela de 50 m². Se muestra en la figura 19 que el tratamiento que tuvo mayor pérdida de suelo fue el área sin cobertura esto ocurrió ya que en el mismo no se encontró cobertura alguna durante la época lluviosa. Por otro lado, el tratamiento de maíz fue el que obtuvo mayor pérdida de suelo de los tratamientos con cobertura esto debido a que la densidad del cultivo no cubría mayor parte del área de superficie del suelo por lo tanto el agua arrastraba con facilidad el suelo. En el tratamiento de trigo se observa una menor pérdida de suelo a lo largo de la época lluviosa del 2006, esto fue porque en este tratamiento existía una mayor densidad de siembra y por lo tanto cubrió completamente el área experimental cuando la planta alcanzó su grado de madurez esto fue en los meses de septiembre y octubre. Y por último, se observa que el tratamiento con cobertura boscosa (plantación de 8 años aproximadamente), fue en donde se obtuvo una menor pérdida de suelo, esto porque en ella se mantuvo una cobertura boscosa constante a lo

largo de la época lluviosa y una capa de materia orgánica en la superficie del suelo estos dos factores permitieron que la escorrentía y por lo tanto la pérdida de suelo fuese mínima.

2.6 Conclusiones y Recomendaciones

2.6.1 Conclusiones

A. En las cobertura de bosque (plantación de ciprés con 8 años de edad), se registró el valor más bajo de escorrentía superficial ($502.41 \text{ m}^3/\text{ha}$) y pérdida de suelo ($0.58 \text{ tm}/\text{ha}$) en el mes de agosto, ocurriendo lo contrario en los otros tratamientos (trigo, maíz y sin cobertura), en donde los valores registrados fueron mayores, concluyendo que la cobertura forestal, contribuye a evitar la erosión hídrica del suelo.

B. Estadísticamente se encontró diferencia significativa, en cuanto a la cantidad de suelo erosionado, provocados por la precipitación, siendo el tratamiento con cobertura forestal (plantación de ciprés de 8 años), el que brinda protección a los suelos contra la erosión hídrica, ya que éste presentó los menores valores de peso seco de sedimentos en toda la temporada lluviosa del año 2006.

C. A partir del mes de julio los tratamientos de maíz y el trigo no presentaban diferencia significativa ya que estos no se encontraban en su etapa de madurez y cubrían poca área de cobertura en el suelo.

D. De acuerdo a las tendencias observadas en los resultados, en toda la temporada lluviosa del año 2006, existe diferencia entre los cultivos (maíz y trigo) y la plantación de bosque entorno a la pérdida de suelo esto tomando en cuenta las pendientes mayores al 45%, que influye grandemente en las diferencias registradas.

2.6.2 Recomendaciones

- A. Continuar evaluando las mismas coberturas, aplicando prácticas de conservación de suelos en los cultivos, para tener mayor información del comportamiento de la erosión hídrica en esta región.

- B. Evaluar el comportamiento de la intensidad de lluvia y realizar una comparación de resultados con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. Universal Soil Loss Equation (USLE).

- C. Desarrollar estrategias para el manejo y recuperación de áreas degradadas aplicando practicas de conservación de suelos, para reducir la escorrentía superficial y la pérdida de suelo.

- D. Las prácticas de conservación de suelo que se recomiendan implementar en la aldea Tzamjuyub son, árboles al contorno, barreras vivas y terrazas.

- E. Cambiar el uso del suelo en áreas de cultivos que sean de vocación forestal, implementando planes de reforestación.

2.7 BIBLIOGRAFIA

1. Derpsch, R. 2004. Entender el proceso de la erosión y de la infiltración de agua en el suelo. Deutschland. Consultado 10 mar. 2004. Disponible en: <http://www.rolf-derpsch.com/erosion-es.html>
2. Derpsch, R; Roth, CH; Sidiras, N. 1991. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Deutschland, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 272 p.
3. Donahue, R; Miller, R; Shickluna, J. 1987. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. US, Prentice-Hall. p. 321-348.
4. FAO, CL. 1993. Manual para la instalación y conducción de experimentos de pérdida de suelos. Santiago, Chile. 34 p.
5. González, ME. 2006. Contribución al programa de investigación en hidrología para la administración forestal del Instituto Nacional de Bosques -INAB-, desarrollado en la finca Rio Frío, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 100 p.
6. Harrold, LL. 1972. Soil erosion by water as affected by reduced tillage systems. *In* No-tillage systems symp. (1972, OH, US). Proceedings. Ohio, US, Ohio State University. p. 21-29.
7. Hudson, NW. 1971. Conservación de suelos. London, Batsford. 320 p.
8. Meyer, LL; Mannering, JV. 1967. Tillage and land modification for water erosion control. *In* Tillage for greater crop production conference (1967, GB). Amer. Soc. Agric. Eng. Proc. Dec. no.11-12:58-62.
9. Motta, EL. 1999. Estudio de la erosión hídrica del suelo, microcuenca del río Itzapa, Chimaltenango, de 1994 a 1996. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 98 p.
10. Páez, ML; Fernández, N; Rodríguez Parisca, OS. 1992. Conservación de suelos y aguas. Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía. p. 1-25.
11. Páez, ML; Rodríguez, O. 1989. Potencial erosivo de la precipitación en tierras agrícolas de Venezuela y su influencia en la conservación del suelo. Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía. 48 p.
12. SOMECSU (Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, MX). 1997. Manual de captación de agua de lluvia: análisis de la relación lluvia-escurrimiento. México, FAO / SOMECSU. p. 26-32.

2.8. Anexos

Cuadro 9 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Mayo.

Peso seco de sedimentos (kg por parcela) Mes de Mayo Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Trigo	3	430.849067	143.6163557	8.04696378
Maiz	3	428.575796	142.8585987	11.4956166
bosque	3	19.3747235	6.458241167	1.36980682
testigo	3	438.24407	146.0813567	3.77004164

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Probabilidad	Valor crítico para F
Cobertura	3	42696.79266	14232.26422	2306.46089	4.37505E-12	4.066180557
error experimental	8	49.36485769	6.170607211			
Total	11	42746.15751				

Grupos	Promedio	testigo	trigo	maiz	bosque
bosque	6.45824117	139.62	137.16	136.40	0
maiz	142.858599	3.22	0.76	0	
trigo	143.616356	2.47	0		
testigo	146.081357				

Comparador 6.49683034
Valor tabla 4.53

Prueba de Tukey

testigo	146.081357	a
trigo	143.616356	a
maiz	142.858599	a
bosque	6.45824117	b

Cuadro 10 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Junio.

Peso seco de sedimentos (kg por parcela) Mes de Junio

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Trigo	3	638.485419	212.828473	157.990816
Maiz	3	619.87992	206.62664	7.02782578
Bosque	3	54.831436	18.2771453	1.01144455
Testigo	3	593.258732	197.752911	14.4382006

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Cobertura	3	79411.335	26470.445	586.70574	1.02951E-09	4.066180557
Error experimental	8	360.936574	45.1170718			
Total	11	79772.2715				

<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	Trigo	maiz	testigo	Bosque
Bosque	18.27714533	194.55	188.35	179.48	0
Testigo	197.7529107	15.08	8.87	0	
Maiz	206.62664	6.20	0		
Trigo	212.828473				

Comparador 17.56742172
Valor tabla 4.53

Prueba de Tukey

trigo	212.828473	a
maiz	206.62664	a
testigo	197.752911	a
<u>bosque</u>	<u>18.2771453</u>	b

Cuadro 11 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Julio.

Peso seco de sedimentos (kg por parcela) Mes de Julio

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Trigo	3	270.562529	90.1875095	0.81857467
Maiz	3	272.290612	90.7635373	5.48578528
Bosque	3	30.018615	10.006205	0.5104954
Testigo	3	283.629291	94.543097	8.56424678

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Cobertura	3	15098.1468	5032.71561	1308.97515	4.20108E-11	4.066180557
error experimental	8	30.7582043	3.84477553			
Total	11	15128.905				

<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	testigo	Maiz	trigo	Bosque
		94.543097	90.7635373	90.1875095	10.006205
Bosque	10.006205	84.54	80.76	80.18	0
Trigo	90.1875095	4.36	0.58	0	
Maiz	90.7635373	3.78	0		
Testigo	94.543097				

Comparador 5.12829583
Valor tabla 4.53

Prueba de Tukey

Testigo	94.543097	a
Maiz	90.7635373	a
Trigo	90.1875095	a
Bosque	10.006205	b

Cuadro 12 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Agosto.

Peso seco de sedimentos (kg por parcela) Mes de Agosto

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Trigo	3	213.267208	71.0890693	5.05602377
Maiz	3	214.000897	71.3336323	1.96054499
Bosque	3	8.716312	2.90543733	0.11753458
Testigo	3	308.7645	102.9215	4.74703423

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Cobertura	3	16009.3464	5336.44879	1796.61207	1.18665E-11	4.066180557
error experimental	8	23.7622751	2.97028439			
Total	11	16033.1087				

<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	testigo	Maiz	trigo	Bosque
		102.9215	71.3336323	71.0890693	<u>2.905437333</u>
Bosque	2.90543733	100.02	68.43	68.18	0
Trigo	71.0890693	31.83	0.24	0	
Maiz	71.3336323	31.59	0		
Testigo	102.9215				

Comparador 4.50750888
Valor tabla 4.53

Prueba de Tukey

Testigo	102.9215	a	
Maiz	71.3336323		b
Trigo	71.0890693		b
Bosque	<u>2.90543733</u>		c

Cuadro 13 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Septiembre.

Peso seco de sedimentos (kg por parcela) Mes de Septiembre

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Trigo	3	195.306958	65.10231933	2.4103346
Maiz	3	233.877017	77.95900567	2.4033515
Bosque	3	19.849885	6.616628333	0.5860431
Testigo	3	326.23228	108.7440933	4.4633671

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Cobertura	3	16468.4628	5489.487602	2226.2735	5.0393E-12	4.066180557
error experimental	8	19.72619283	2.465774104			
Total	11	16488.189				

<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	testigo	Maiz	trigo	bosque
		108.7440933	77.95900567	65.102319	6.61662833
Bosque	6.616628333	102.13	71.34	58.49	0
Trigo	65.10231933	43.64	12.86	0	
Maiz	77.95900567	30.79	0		
Testigo	108.7440933				

Comparador 4.106900851
Valor tabla 4.53

Prueba de Tukey

Testigo	108.74409	a		
Maiz	77.959006		b	
Trigo	65.102319			c
Bosque	6.6166283			d

Cuadro 14 Resumen del análisis de varianza y prueba de Tukey para el mes de Octubre.

Peso seco de sedimentos (kg por parcela) Mes de Octubre

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Trigo	3	129.334513	43.11150433	26.91996547
Maiz	3	190.28702	63.42900667	15.43986897
Bosque	3	25.561503	8.520501	0.030452862
Testigo	3	265.986787	88.66226233	5.153877464

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>Valor de F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Cobertura error experimental	3	10318.9298	3439.643266	289.385104	1.70429E- 08	4.066180557
	8	95.08832951	11.88604119			
Total	11	10414.01813				

<i>Grupos</i>	<i>Promedio</i>	testigo	Maiz	trigo	Bosque
		88.66226233	63.42900667	43.11150433	8.520501
bosque	8.520501	80.14	54.91	34.59	0
trigo	43.11150433	45.55	20.32	0	
maiz	63.42900667	25.23	0		
testigo	88.66226233				

comparador 9.016877927
Valor tabla 4.53

Prueba de Tukey

Testigo	88.66226233	a		
Maiz	63.42900667		b	
Trigo	43.11150433			c
Bosque	8.520501			d

Cuadro 15 Precipitación mes de Mayo

MAYO	pp (mm)	TEMPERATURA		Dias C/lluvia
		T.min °C	T.max °C	
1	0.000	No se reportó	No se reportó	0
2	0.000	No se reportó	No se reportó	0
3	0.000	No se reportó	No se reportó	0
4	0.000	No se reportó	No se reportó	0
5	0.000	No se reportó	No se reportó	0
6	0.000	No se reportó	No se reportó	0
7	0.000	No se reportó	No se reportó	0
8	0.000	No se reportó	No se reportó	0
9	0.000	No se reportó	No se reportó	0
10	12.250	No se reportó	No se reportó	1
11	46.750	No se reportó	No se reportó	1
12	0.000	No se reportó	No se reportó	0
13	0.000	No se reportó	No se reportó	0
14	36.750	No se reportó	No se reportó	1
15	15.000	No se reportó	No se reportó	1
16	11.000	No se reportó	No se reportó	1
17	34.500	No se reportó	No se reportó	1
18	0.000	No se reportó	No se reportó	0
19	0.000	No se reportó	No se reportó	0
20	18.500	No se reportó	No se reportó	1
21	0.000	No se reportó	No se reportó	0
22	17.600	No se reportó	No se reportó	1
23	17.500	No se reportó	No se reportó	1
24	12.000	No se reportó	No se reportó	1
25	17.500	14.722	17.556	1
26	2.750	14.722	18.889	1
27	0.000	12.722	21.500	0
28	0.000	14.722	27.444	0
29	0.000	15.778	21.778	0
30	30.750	14.278	24.389	1
31	21.500	14.889	20.444	1
Total	294.350			14

Cuadro 16 Precipitación mes de Junio

JUNIO	pp (mm)	TEMPERATURA		Dias C/lluvia
		T.min °C	T.max °C	
1	2.500	15.222	21.500	1
2	0.000	16.389	21.111	0
3	0.000	16.111	17.278	0
4	10.000	14.222	22.389	1
5	17.500	14.722	20.389	1
6	15.000	14.889	21.000	1
7	21.000	14.778	20.500	1
8	16.000	14.889	15.611	1
9	14.550	14.278	17.278	1
10	29.000	14.778	15.444	1
11	1.750	13.389	17.000	1
12	2.350	13.722	21.222	1
13	32.500	14.389	20.500	1
14	17.000	13.722	21.000	1
15	36.500	14.389	22.722	1
16	0.000	13.389	18.222	0
17	15.900	14.167	20.944	1
18	0.000	12.500	29.389	0
19	0.000	12.778	29.944	0
20	30.100	12.444	25.222	1
21	22.450	13.000	18.278	1
22	13.500	12.500	29.889	1
23	21.750	13.889	23.111	1
24	21.750	13.833	23.778	1
25	18.600	13.889	24.389	1
26	25.500	13.611	24.222	1
27	18.750	14.389	24.389	1
28	0.000	14.444	23.722	0
29	0.000	13.778	17.389	0
30	0.000	14.389	16.889	0
Total	403.950			22

Cuadro 17 Precipitación mes de Julio

JULIO	pp(mm)	TEMPERATURA		Dias C/lluvia
		T.min °C	T.max °C	
1	0.000	13.833	19.278	0
2	0.000	14.333	19.889	0
3	0.000	13.278	18.833	0
4	0.000	13.778	19.778	0
5	0.000	13.833	20.389	0
6	0.500	13.889	21.278	1
7	5.000	13.278	21.333	1
8	25.000	13.778	21.944	1
9	11.000	14.389	22.556	1
10	6.500	12.722	15.500	1
11	0.000	13.778	11.000	0
12	0.000	13.222	17.167	0
13	0.000	12.278	17.611	0
14	0.000	12.167	21.556	0
15	0.000	12.722	22.167	0
16	9.000	13.222	19.333	1
17	0.000	13.111	17.667	0
18	1.850	14.722	18.667	1
19	20.000	13.389	19.333	1
20	31.250	14.722	20.500	1
21	14.600	14.278	21.000	1
22	17.000	13.389	19.556	1
23	20.500	14.722	21.556	1
24	11.350	14.278	24.389	1
25	0.000	12.722	23.222	0
26	0.000	11.222	23.833	0
27	0.000	10.778	24.333	0
28	14.100	11.444	23.167	1
29	2.750	12.500	19.111	1
30	8.500	14.000	20.111	1
31	38.900	13.556	18.611	1
Total	237.800			17

Cuadro 18 Precipitación mes de Agosto

AGOSTO	pp(mm)	TEMPERATURA		Dias C/lluvia
		T.min °C	T.max °C	
1	0.000	11.111	19.889	0
2	0.000	13.778	20.500	0
3	0.000	15.111	20.444	0
4	0.000	14.389	20.944	0
5	5.500	13.389	20.278	1
6	0.000	11.389	17.500	0
7	1.000	13.444	18.111	1
8	0.000	15.111	19.333	0
9	0.000	14.611	18.500	0
10	4.650	13.667	17.333	1
11	0.000	14.278	20.500	0
12	0.000	14.889	21.000	0
13	26.500	13.833	20.389	1
14	0.000	14.333	18.500	0
15	0.000	15.389	17.611	0
16	0.000	11.333	21.611	0
17	0.000	9.722	22.111	0
18	1.500	11.611	20.944	1
19	2.000	11.000	20.444	1
20	0.000	12.000	21.056	0
21	25.000	12.667	19.889	1
22	15.000	11.611	20.944	1
23	0.000	10.667	19.333	0
24	10.000	11.500	16.111	1
25	0.000	11.111	17.167	0
26	0.000	15.556	17.667	0
27	14.750	13.944	18.167	1
28	0.000	12.000	18.833	0
29	4.000	13.056	18.889	1
30	0.000	15.556	20.444	0
31	0.000	14.389	17.667	0
Total	109.900			11

Cuadro 19 Precipitación mes de Septiembre

SEPTIEMBRE	pp (mm)	TEMPERATURA		Dias C/lluvia
		T.min °C	T.max °C	
1	17.500	10.944	16.000	1
2	19.500	11.611	17.722	1
3	0.000	12.000	18.222	0
4	0.000	11.389	18.833	0
5	19.000	12.000	19.333	1
6	25.000	12.611	19.944	1
7	18.750	11.556	18.778	1
8	12.850	11.111	14.611	1
9	12.900	10.722	15.222	1
10	20.000	11.389	15.500	1
11	8.500	11.889	16.000	1
12	2.250	11.000	17.722	1
13	0.000	10.000	18.056	0
14	0.000	12.167	15.556	0
15	25.000	11.556	17.667	1
16	0.600	12.222	16.056	1
17	27.500	12.889	18.222	1
18	16.650	11.056	17.444	1
19	9.350	10.944	18.278	1
20	8.000	12.111	18.000	1
21	4.500	13.889	15.278	1
22	5.750	11.722	16.056	1
23	3.600	10.667	17.667	1
24	0.000	11.389	17.056	0
25	4.500	12.056	17.722	1
26	0.000	11.000	17.056	0
27	0.000	11.500	15.611	0
28	0.000	10.889	17.111	0
29	15.000	11.500	15.778	1
30	16.750	14.000	17.556	1
Total	293.450			22

Cuadro 20 Precipitación mes de Octubre

OCTUBRE	pp (mm)	TEMPERATURA		Dias C/lluvia
		T.min °C	T.max °C	
1	0.000	10.000	17.222	0
2	2.500	11.222	16.778	1
3	0.000	10.722	18.167	0
4	0.000	10.222	17.667	0
5	0.000	11.500	15.056	0
6	0.000	11.000	16.611	0
7	19.000	11.333	16.000	1
8	37.500	13.333	14.778	1
9	28.500	14.000	15.611	1
10	3.000	13.278	17.611	1
11	22.500	12.722	15.778	1
12	5.000	13.278	16.556	1
13	4.500	12.611	16.000	1
14	0.000	13.222	15.944	0
15	6.500	12.611	15.222	1
16	3.000	12.111	16.500	1
17	4.500	11.222	15.111	1
18	5.000	11.611	16.000	1
19	15.750	12.611	17.722	1
20	5.250	11.000	16.778	1
21	0.000	13.167	13.778	0
22	0.500	12.667	15.944	1
23	0.900	14.278	16.000	1
24	24.100	10.944	17.722	1
25	25.750	11.056	16.833	1
26	4.000	11.556	16.000	1
27	1.250	14.056	15.389	1
28	0.000	10.111	15.278	0
29	0.000	13.722	15.667	0
30	0.000	10.389	15.667	0
31	0.000	11.556	17.667	0
Total	219.000			20

CAPITULO III
INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS A LA ALDEA TZAMJUYUB Y SUS CASERIOS.

3.1 Presentación

La aldea Tzamjuyub pertenece al municipio de Nahualá del departamento de Sololá, dicha aldea es de las más retiradas de la cabecera municipal Nahualá a aproximadamente 38 km, los habitantes de la aldea pertenecen a la etnia Quiché. Actualmente esta población tiene los índices de pobreza más altos de Guatemala. Sin embargo, los habitantes de esta región tienen una fuerte organización social que ha facilitado la subsistencia en base al trabajo en conjunto que realizan en distintas actividades donde es necesario el involucramiento de todas las familias de la aldea.

Los servicios ejecutados fueron enfocados a resolver la problemática encontrada mediante el diagnóstico (Diagnóstico de la aldea Tzamjuyub, municipio de Nahualá, departamento de Sololá), a través de realizar actividades como: planes de reforestación, impartición de talleres sobre la importancia de los recursos naturales, fortalecimiento de la oficina forestal municipal, implementación de actividades de educación ambiental, entre otras. Estas actividades se llevaron a cabo con la finalidad de que los pobladores de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos satisfagan sus necesidades haciendo un uso racional de los recursos con que cuentan, concientizando y educando a las comunidades que tienen influencia directa ante los recursos naturales de su región.

La ejecución de los servicios fue gracias a la coordinación interinstitucional entre organizaciones como: la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala –FAUSAC-, y el Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos –PARPA/PPAFD-, Cuerpo de Paz, y la Oficina Forestal Municipal –OFM- de Nahualá; dichos servicios se realizaron dentro del marco del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.2 Implementación de educación en la aldea Tzamjuyub y sus caseríos

3.2.1 Objetivos

General

- A. Contribuir con el PPAFD/PARPA fortaleciendo el plan de educación ambiental, en la aldea Tzamjuyub y sus caseríos.

Específicos

- A. Elaboración de material de educación ambiental (presentaciones en Power Point, trifolios, documentos, mapas, entre otros).
- B. Realizar giras de intercambio de experiencias en temas del manejo de los recursos naturales.
- C. Proyectar películas, documentales, informes y cualquier información audiovisual respecto al tema de los recursos naturales.

3.2.2 Metodología

A. Elaboración de material de educación ambiental

Se elaboraron presentaciones en Power Point sobre los temas de bosque, agua, suelo, desechos sólidos, incendios forestales y conservación de suelos.

B. Alianzas Estratégicas

Se hicieron alianzas estratégicas con instituciones que trabajan en el área en temas ambientales, las cuales fueron; Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales –SIPECIF-, Municipalidad de Nahualá (técnico forestal municipal), Cuerpo de Paz de los Estados Unidos en Guatemala (Voluntaria).

C. Implementación de actividades educativas

Se trabajaron temas de educación ambiental en un establecimiento educativo y en la auxiliatura de la aldea Tzamjuyub. Para estos talleres se conto con el apoyo de un técnico del SIPECIF Quetzaltenango específicamente para los temas de Incendios forestales, y también se conto con el apoyo de una voluntaria del Cuerpo de Paz de los Estados Unidos en Guatemala en los temas de educación ambiental y manejo de desechos sólidos. Para

las charlas y talleres que se impartieron en la aldea se conto con el apoyo de de al menos un técnico forestal de la Municipalidad de Nahualá.

3.2.3 Resultados

- A. Elaboración de material didáctico.
- B. Se impartieron 10 charlas de educación ambiental sobre los temas de bosque, agua, suelo, desechos sólidos, incendios forestales y conservación de suelos, dirigido a la aldea Tzamjuyub y sus caseríos.
- C. Se complementaron las charlas con prácticas de campo.

3.2.4 Evaluación

Los beneficiados con las charlas de educación ambiental fueron: lideres, maestros, guardabosques, maestros y estudiantes todos de ambos sexos en la aldea Tzamjuyub y su caseríos.

3.3 Reforestación de áreas de vocación forestal

3.3.1 Objetivos

- A. Instruir a la población de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos en técnicas de reforestación.
- B. Reforestar aéreas de vocación forestal en terrenos comunales desprovistas de bosque en la aldea Tzamjuyub y sus caseríos.
- C. Incentivar a la población de de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos a reforestar áreas particulares desprovista de bosque.

3.3.2 Metodología

- A. Capacitación

Se capacitaron a los líderes comunitarios y guardabosque de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos, y posteriormente cada líder comunitario y guardabosques se encargaron de capacitar a toda la población (alrededor de 700 familias). Cada familia tenía la tarea de sembrar 15 plantas.

B. Reforestación

Se reunieron las plantas en un solo lugar, posteriormente se organizó la entrega de plantas por comunidad se entregaron 15 plantas por familia, el área en la que se reforesto es terreno comunal.

3.3.3 Resultados

A. Se realizó una reforestación con la participación de aproximadamente 700 familias de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos.

B. Se reforestó en área comunal con más de 10,000 plantas de ciprés (*Cupressus spp*). Más de 9 ha reforestadas.

3.3.4 Evaluación

Con las actividades de reforestación en las áreas comunales de vocación forestal de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos se logró la reforestación de más de 9 ha. La especie con que se reforestó fue Cípres (*Cupressus spp*), e llamo (*Alnus spp.*). Se tuvo la participación de más de 700 familias con la participación de hombres, mujeres y niños.

3.4 Apoyo y fortalecimiento a la Oficina Forestal Municipal –OFM-

3.4.1 Objetivos

- Apoyar técnicamente las actividades de la Oficina Forestal Municipal –OFM- enfocado a las aldeas de Pachutiquim y Tzamjuyub del municipio de Nahualá.
- Generar información geográfica de los bosques comunales de las nueve comunidades del municipio de Nahualá.
- Apoyar las capacitaciones sobre prevención y control de incendios forestales, dendrometría, conservación de suelos y gestión de proyectos dirigidas a los líderes comunitarios, habitantes de las aldeas y técnicos forestales municipales, del municipio de Nahualá.

3.4.2 Metodología

A. Se apoyó técnicamente a la OFM de la municipalidad de Nahualá en actividades de reforestación, establecimiento y cuidado de viveros forestales, manejo y control de plagas

forestales y prácticas de conservación de suelos, todas dirigidas a las aldeas de Pachutiquim y Tzamjuyub.

B. Se generó información geográfica de los bosques comunales, elaborando mapas ubicación de las aldeas y polígonos de los bosques, principales vías de acceso, principales ríos y fuentes de agua identificadas y cobertura forestal presente en el área.

C. Se apoyó a la OFM en las capacitaciones sobre prevención y control de incendios forestales, dendrometría, conservación de suelos y gestión de proyectos dirigidas a los líderes comunitarios, habitantes de las aldeas y técnicos forestales municipales, del municipio de Nahualá, se contó con el apoyo del técnico de INTERVIDA y técnico del PARPA/PPAFD.

3.4.3 Resultados

A. Se apoyó técnicamente a la OFM en las actividades de reforestación, en las que previo a la reforestación se impartieron charlas de cómo reforestar, la importancia y el manejo que se debe dar a la reforestación, para una mejor comprensión se hicieron entrega de trifoliales donde se explica gráficamente la forma correcta de reforestar y cuidado que se debe tener.

Se estableció un vivero forestal para las nueve comunidades, se explicó mediante charlas todo lo relacionado al tema, por ejemplo; fase de preparación del terreno, selección de semillas, limpieza de semillas, llenado de bolsas, siembra, cuidado de la siembra, riego y como fase final la reforestación.

Se realizaron charlas sobre las prácticas de conservación de suelos que se podrían adaptar al área de los bosques comunales y aldeas cercanas a la misma. En estas charlas se hizo ver la importancia que tienen las prácticas de conservación de suelos y su relación con los desastres naturales (deslaves e inundaciones) como lo ocurrido en el paso de la tormenta Stan.

B. Se generó información geográfica para el área de los bosques comunales porque no se contaba con ningún tipo de información de esta categoría, lo mapas que se elaboraron fueron los siguientes: Mapa de ubicación de las aldeas, mapa de ríos y fuentes de agua identificadas dentro de los bosques comunales.