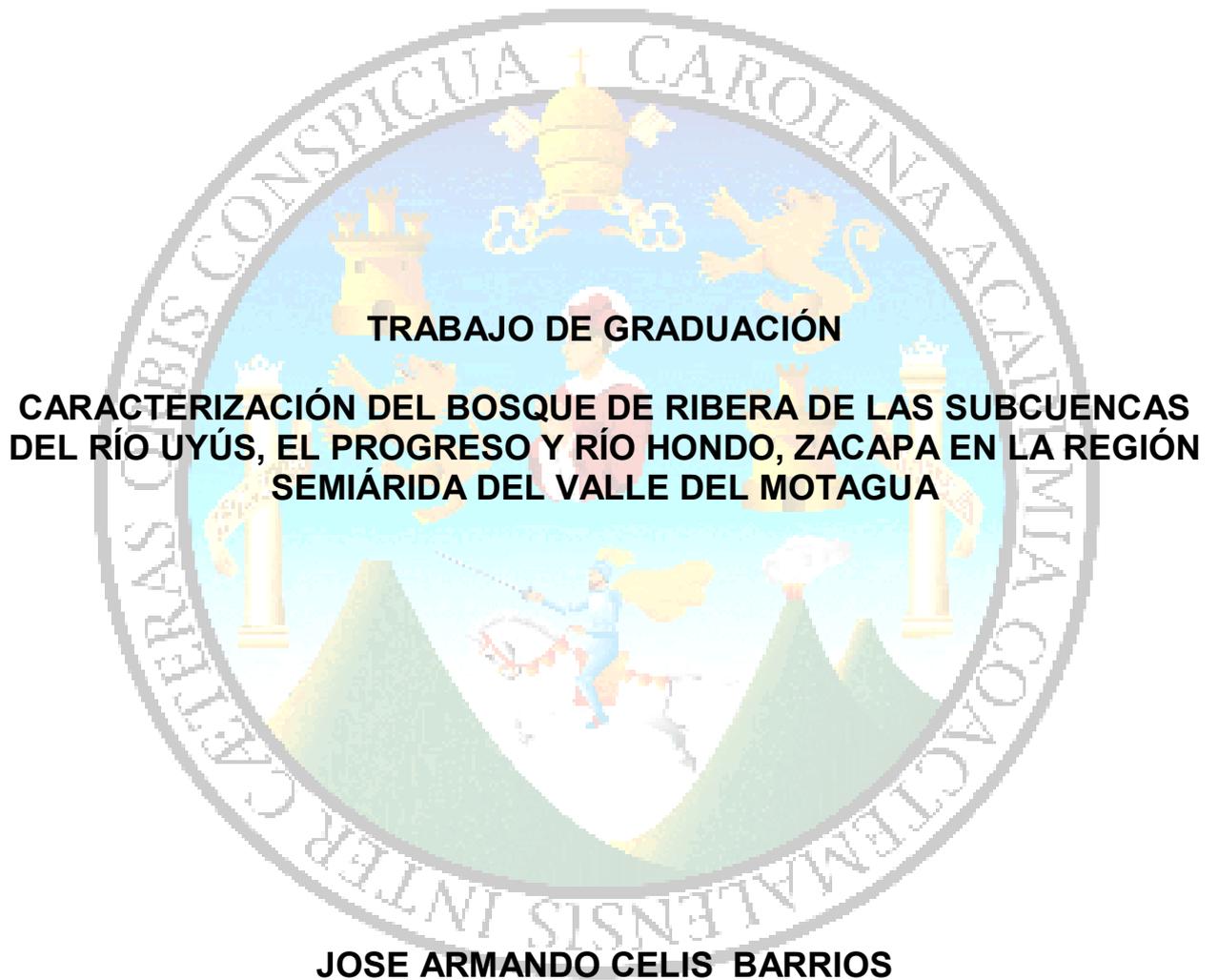


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
AREA INTEGRADA**



**GUATEMALA, MAYO 2008**

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA DE LAS SUB CUENCAS DEL RÍO  
UYÚS, EL PROGRESO Y RÍO HONDO, ZACAPA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL  
VALLE DEL MOTAGUA**

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

**POR**

**JOSÈ ARMANDO CELIS BARRIOS  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO  
GUATEMALA, MAYO 2008**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danílo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Perita Forestal, Mirna Regina Valiente
VOCAL QUINTO	Perito Agr. Nery Boanerges Guzmán Aquino
SECRETARIO	Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, mayo de 2008

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

Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **Caracterización del Bosque de Ribera de las Sub Cuencas del Río Uyús, El Progreso y Río Hondo, Zacapa en la Región Semiárida del Valle del Motagua**, como requisito previo para 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, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

José Armando Celis Barrios

## **ACTO QUE DEDICO**

**A**

**DIOS**

Supremo creador de todo cuanto existe.

**MIS PADRES**

Quienes me dieran la vida.

**MI HERMANO**

Por su compañía y apoyo.

**MIS HIJOS**

Fuente de mi motivación de cada día.

**A MI ESPOSA**

Por su apoyo y amor incondicional.

Todas las personas presentes o ausentes que han participado en mi formación como persona hasta el momento.

### **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Instituto Nacional de Bosques –INAB-, en especial a la Región III INAB, ZACAPA y al proyecto de Investigación Forestal, por el apoyo prestado durante todo el desarrollo del presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A**

**Dios**, por permitirme alcanzar este logro.

**Mis padres**, por su comprensión, sacrificios y vida dedicada para mi desarrollo.

**Mi familia**, por su apoyo y cariño.

**Mis amigos**, por su amistad y apoyo.

**Ingenieros**, David Mendieta y Jorge Mario Véliz, por su apoyo en el desarrollo de mi EPS e investigación.

**Ingenieros**, Marco Vinicio Morales de la Cruz, Jorge Mario Vargas y Marvin Salguero Barahona por su asesoramiento y tiempo dedicado a mi trabajo de graduación.

**La Región III del INAB**, a todo el personal técnico y administrativo por permitirme aprender de ellas y ellos.

**A la Región Semiárida**, por su naturaleza.

**La USAC**, por permitir mi desenvolvimiento estudiantil.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
Índice de figuras	v
Índice de cuadros	vii
Lista de siglas y abreviaturas	ix
RESUMEN	xi
<b>CAPITULO I</b>	
Diagnóstico sobre el estado actual de los Bosques de ribera, para la Región Semiárida del Valle del Motagua, 2006, determinado mediante la metodología modificada The Nature Conservancy denominada “Site Conservation and Measure of Conservacion	1
1.1 INTRODUCCION	3
1.2 ANTECEDENTES	4
1.2.1 Bosques ribereños de la región semiárida del valle del Motagua	4
1.2.2 Metodología para la elaboración del Plan de Conservación de la región semiárida	5
A. Elementos de conservación en el marco de la metodología ( PCS) propuesta por The Nature Conservancy	7
B. Monte espinoso Bosque seco	7
1.2.3 Amenaza al elemento de conservación bosque de ribera	9
A. Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación	9
B. Tala de los árboles en las orillas de los ríos	9
C. Ganadería	9
D. Desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Valle del Motagua	10
E. Agua para riego o regadíos	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 METODOLOGIA	11
1.4.1 Metodología empleada por la Fundación Defensores de la Naturaleza	11
A. Viabilidad de los elementos de conservación	12
B. Amenazas sobre los Elementos de Conservación	13
1.4.2 Metodología para la identificación de amenazas en los bosque de ribera	14
1.5 DISCUSION DE RESULTADOS	15
1.6 CONCLUSIONES	18
1.7 BIBLIOGRAFIA	19
<b>CAPITULO II</b>	
Investigación: Caracterización del bosque de ribera de las subcuencas de Uyús, El Progreso y Río Hondo, Zacapa en la Región Semiárida del Valle del Motagua	21
2.1 INTRODUCCIÓN	23
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	24
2.3 JUSTIFICACIÓN	25
2.4 MARCO TEÓRICO	26

2.4.1	Marco Conceptual	26
	A. Conceptos de la zona de ribera	26
	B. Ecología de la zona de ribera	32
	C. Escalas para el estudio de la zona de ribera	34
	D. Vegetación de ribera	36
	E. Interacción agua, suelo y vegetación	45
2.4.2	Marco Referencial	62
	A. Aspectos biofísicos del área	62
	B. Zona de vida y cobertura vegetal	63
	C. Uso de la tierra	64
	D. Aspectos socioeconómicos	65
	E. Antecedentes de estudios de suelo	65
	F. Geomorfología de valle del Motagua	66
	G. Vegetación en el área de estudio	67
	H. Hidrología en el área de estudio	68
2.5	OBJETIVOS	68
2.5.1	General	68
2.5.2	Específicos	68
2.6	METODOLOGIA	69
2.6.1	Metodología para la clasificación de la vegetación de ribera a escala transversal	69
	A. Etapa preliminar	69
	B. Etapa de campo	75
	C. Etapa de gabinete	76
	D. Análisis de la información	77
2.6.2	Metodología para la caracterización de la fisicoquímica de los suelos en Los transectos muestreados	78
	A. Etapa preliminar	78
	B. Etapa de campo	79
	C. Etapa de gabinete	80
	D. Análisis de información	81
2.6.3	Metodología para la caracterización del clima de la cuenca de Uyús	81
	A. Etapa preliminar.	81
	B. Etapa de gabinete.	82
	C. Tabulación y cálculo de datos	82
	D. Análisis de información	82
2.7	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83
2.7.1	Caracterización del estado actual de la vegetación de ribera en los tramos de río- corredores visitados en el Valle del Motagua (2006)	83
	A. Clasificación de la vegetación de ribera a escala transversal, en el valle del Motagua de acuerdo a grupos funcionales de vegetación	86
	B. Composición florística por Grupos funcionales de vegetación de los bosques de ribera muestreados	91
	C. Ordenación de las especies del bosque de ribera del Río Uyús	97

D.	Ordenación por densidad de las especies del bosque de ribera del Río Hondo y Quebrada Seca, Zacapa versus clases de distancias	
E.	Clasificación de las parcelas del bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso	113
F.	Descripción de la estructura del bosque de ribera del Río Uyús	117
2.7.2	Caracterización de la de la hidrología y la física de los suelos en los transectos muestreados	120
A.	Análisis físico de suelos en los transectos muestreados	12
B.	Análisis físico de suelos por Grupo Funcional de Vegetación (GFV)	124
C.	Curvas típica de humedad de suelos por tipo de textura	125
D.	Humedad aprovechable y permeabilidad de los suelos por tipo de textura	133
2.7.3	Clima	139
<b>A.</b>	<b>Información disponible</b>	139
B.	Análisis de lluvias	141
C.	Análisis de temperatura	144
D.	Análisis de evapotranspiración	147
E.	Estación los Albores	151
F.	Estación Pasabién	152
G.	Estación San Lorenzo	154
2.8	CONCLUSIONES	156
2.9	RECOMENDACIONES	160
2.10	BIBLIOGRAFIA	161
2.11	ANEXOS	169
	<b>CAPITULO III</b>	
	Servicios realizados en la subregión III del Instituto Nacional de Bosques-INAB- y la subcuenca del Río Uyús en El Progreso.	177
3.1	INTRODUCCION	179
3.2	ANTECEDENTES	180
3.2.1	Localización y límites de la Región III-2 Zacapa del INAB	180
3.2.2	Localización de la Subcuenca en estudio	183
A.	Ubicación Geográfica del Río Uyús	183
3.3	OBJETIVOS	185
3.3.1	Objetivo general	185
3.3.2	Objetivos específicos	185
3.4	METODOLOGIA	185
3.4.1	Apoyo en actividades técnicas de evaluación, monitoreo y certificación de proyectos en el marco del programa de incentivos forestales PINFOR	185
3.4.2	Apoyo en actividades técnicas de evaluación de planes de manejo en la fase de aprovechamiento forestal	186
3.4.3	Apoyo en actividades técnicas de peritaje de las industrias forestales y evaluación de consumos familiares	186
3.4.4	Apoyo en actividades técnicas de capacitación forestal dirigida a regentes y técnicos forestales municipales	187
3.5	PRESENTACION DE RESULTADOS	187
3.5.1	Resultados	187

3.5.2 Conclusiones	188
3.5.3 Recomendaciones	189
3.6 APOYO A LA GENERACION DE INFORMACION PARA LA ELABORACION DEL MAPA DE USO ACTUAL DE SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RIO UYUS	189
3.6.1 Definición del problema	189
3.6.2 Objetivo	190
3.6.3 Metodología	190
3.6.4 Resultados	191
3.6.5 Conclusiones	195
3.6.7 Recomendaciones	195
3.7 BIBLIOGRAFIA	196

## Índice de Figuras

1	Marco conceptual y metodológico de planificación para la conservación de áreas	6
2	Modelo ecológico simplificado para el Monte espinoso - Bosque seco	8
3	Patrones potenciales de vegetación resultantes de la dominancia de las escalas longitudinal y transversal para las variables ambientales	36
4	Distribución vertical del agua subterránea	48
5	Película de agua del suelo y las tensiones de retención	49
6	Contenido de agua de suelos basado en la textura	50
7	Variaciones de rendimiento específico, retención específica y porosidad	53
8	Relación entre textura y porosidad	55
9	Curvas características de humedad de algunos suelos	61
10	Ubicación de las unidades muestrales en el Río Uyús, El Progreso	72
11	Ubicación de las unidades muestrales en Río Hondo, Zacapa	73
12	Grafico del número de parcelas muestreadas	74
13	Explicación de la dispersión de los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de la vegetación de ribera	99
14	Explicación de la dispersión de densidad para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de la vegetación de ribera	104
15	Explicación de la dispersión de los grupos funcionales a partir de valores de densidad para los ejes de variación 1 y 2, para Quebrada el Platanar	110
16	Explicación de la dispersión de los grupos funcionales a partir de valores de densidad para los ejes de variación 1 y 2, para Río Hondo cauce principal	112
17	Dendograma de la clasificación de las parcelas levantadas en el bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso	114
18	Perfil transversal de la vegetación de ribera en el Río Uyús, El Progreso	118
19	Curva típica de humedad para suelos arcillo arenosos en el Río Uyús	126
20	Curva típica de humedad para suelos arcillosos en el Río Uyús	127
21	Curva típica de humedad para suelos arcillosos en la Quebrada El Platanar	127
22	Curva típica de humedad para suelos arenosos en el Río Hondo	128
23	Curva típica de humedad para suelos de arena franca en el Río Uyús	128
24	Curva típica de humedad para suelos de arena franca en la Quebrada el Platanar	129
25	Curva típica de humedad para suelos franco arcillo arenosos en el Río Uyús	129
26	Curva típica de humedad para suelos franco arcillo arenosos en la quebrada el Platanar	130
27	Curva típica de humedad para suelos franco arcillo arenosos en Río Hondo	130
28	Curva típica de humedad para suelos franco arcillosos en el Río Uyús	131
29	Curva típica de humedad para suelos franco arcillosos en la Quebrada el Platanar	131
30	Curva típica de humedad para suelos franco arenosos en el Río Uyús	132
31	Curva típica de humedad para suelos franco arenosos en Río Hondo	132
32	Mapa de ubicación de las estaciones en estudio	140
33	Grafico del promedio mensual de precipitación para las tres estaciones	144
34	Grafico del promedio mensual de temperatura para las tres estaciones	147

35	Grafico del promedio variación mensual de la evapotranspiración para las tres estaciones	151
36	Climadiagrama Estación Los Albores	152
37	Climadiagrama Estación Pasabién	154
38	Climadiagrama Estación San Lorenzo	155
39	Localización de la región III del INAB en el Mapa de Guatemala	182
40	Ubicación de la Cuenca del Río Uyus, El Progreso	184
41	Gráfico de uso actual del suelo para la sub cuenca del Río Uyus, El Progreso	193
42	Mapa de uso actual del suelo sub cuenca Río Uyus, El Progreso	194

## Índice de Cuadros

1	Viabilidad de los elementos de conservación encontrados en los bosques de ribera de la región semiárida del valle del Motagua	13
2	Amenazas sobre los elementos de conservación en los bosques de ribera de la región semiárida del valle del Motagua	14
3	Visita a los tramos corredores de los ríos de la región semiárida del valle del Motagua	17
4	Producciones o rendimiento específicos en porcentaje	52
5	Permeabilidad de los suelos	60
6	Uso de la tierra en la región semiárida del valle del Motagua	65
7	Especies vegetales más encontradas en los bosques de ribera de la región semiárida del Valle del Motagua	67
8	Metodología para el análisis fisicoquímico de suelos	80
9	Visita a los tramos corredores de los ríos de la región semiárida del valle del Motagua	85
10	Inventario de las familias géneros y especies para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo para el bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso	87
11	Listado de especies encontradas en los bosques de ribera en estudio e intercepción bosque seco aledaño	88
12	Inventario de las familias que reporta la clasificación por grupos funcionales de vegetación para el bosque de ribera de el Río Uyús, El Progreso	92
13	Inventario de las familias que reporta la clasificación por grupos funcionales de vegetación para el bosque de ribera de Quebrada el Platanar, Río Hondo	94
14	Inventario de las familias que reporta la clasificación por grupos funcionales de vegetación para el bosque de ribera del cauce principal Río Hondo, Zacapa	96
15	Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación ausencia-presencia de la vegetación de ribera en el Río Uyús, El Progreso	102
16	Listado de especies obligadas de humedal para el Río Uyús	105
17	Listado de especies ribereñas de raíz poco profunda para el Río Uyús	106
18	Listado de especies ribereñas de Transición o facultativas para el Río Uyús	107
19	Listado de especies bosque seco Monte espinoso para el Río Uyús	108
20	Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación por densidad en el Río Uyús, El Progreso.	109
21	Listado de especies de ribera por grupo funcional de vegetación Quebrada denominada el Platanar	111
22	Listado de especies de ribera por grupo funcional de vegetación Río Hondo cauce principal	113
23	Características biofísicas de las parcelas muestreadas	116
24	Listado de especies en el transecto ideal en el Río Uyús, El Progreso	119
25	Análisis físico de suelos por tipo de textura encontrados en los transectos	121
26	Descripción la de humedad aprovechable y permeabilidad de los suelos por tipo de textura	136
27	Estaciones climáticas en el área de estudio	139
28	Precipitación mensual en milímetros por mes de la estación Los Albores	142
29	Precipitación mensual en milímetros por mes de la estación Pasabién	142

30	Precipitación mensual en milímetros por mes de la estación San Lorenzo	143
31	Promedios precipitación mensual para tres estaciones	143
32	Temperatura promedio mensual en grados centígrados de la estación Pasabién	145
33	Temperatura promedio mensual en grados centígrados de la estación Los Albores	145
34	Temperatura promedio mensual en grados centígrados de la estación San Lorenzo	146
35	Promedio mensual de temperatura para las tres estaciones	146
36	Valores únicos para temperaturas superiores	148
37	Valores de factor correctivo (K) para los distintos meses del año a diversas latitudes	149
38	Variación mensual de la evapotranspiración estación Los Albores	149
39	Variación mensual de la evapotranspiración estación Pasabién	150
40	Variación mensual de la evapotranspiración estación San Lorenzo	150
41	Promedio Variación mensual de la evapotranspiración para las tres estaciones	151
42	Resumen de variables climáticas expresados en escala media mensual estación los Albores	152
43	Resumen de variables climáticas expresados en escala media mensual Estación Pasabien	153
44	Resumen de variables climáticas expresados en escala media mensual Estación San Lorenzo.	154
45 A	Descripción del análisis fisicoquímico del transecto 1 Uyús El Progreso	169
46 A	Descripción del análisis fisicoquímico del transecto 2 Uyús El Progreso	170
47 A	Descripción del análisis fisicoquímico del transecto 3 Uyús El Progreso	171
48 A	Descripción del análisis fisicoquímico del transecto 4 Uyús El Progreso	172
49 A	Descripción del análisis fisicoquímico del transecto 5 Uyús El Progreso	173
50 A	Descripción del análisis fisicoquímico del transecto 6 Uyús El Progreso	174
51 A	Descripción del análisis fisicoquímico del transecto 7 Río Hondo Zacapa	175
52 A	Formato de levantamiento de parcelas	176
53	Apoyo de actividades técnicas	188
54	Tabla de los usos del suelo reportados para la sub cuenca de Uyús, El Progreso	192

## Lista de Siglas y Abreviaturas

a = arbóreo

b = arbustivo

BS = Bosque Seco

C.C = Capacidad de Campo

CONAP = Consejo Nacional de Áreas Protegidas

cm. = Centímetro

DECORANA = Detrended Correspondence Analysis

ECUT = Estudio de Capacidad de Uso del Suelo

ETP = Evapotranspiración potencial

SIGAP= Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas

G.F.V ó PFT= Grupos Funcional de Vegetación

h = Herbáceo

INAB = Instituto Nacional de Bosques

INDE = Instituto Nacional de Electrificación

INSIVUMEH = Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

IP = Índice de Perhumedad

km = Kilómetro

MAGA = Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

mm = Milímetros

msnm =Metros Sobre el Nivel del Mar

MARN = Ministerio Ambiente y Recursos Naturales

NE = Noreste

O.H = Obligado de Humeral

PP = Precipitación Pluvial

P.M.P = Punto de Marchitez Permanente

P.C.A = Planificación para la Conservación de Áreas

R.R.P = Ribereño de Raíz Profunda

R.R.S = Ribereño de Raíz Semiprofunda

R.T = Ribereño de Transición

SEGEPLAN = Secretaría General del Consejo de Planificación Económica

T = Temperatura.

TWIISPAN = Two Way Indicador Species Analysis.



**CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA DE LAS SUB CUENCAS DE UYÚS,  
EL PROGRESO Y RÍO HONDO, ZACAPA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL VALLE  
DEL MOTAGUA, 2006**

**RESUMEN**

Sobre la base del convenio entre la Facultad de Agronomía de la USAC y el Instituto Nacional de Bosques –INAB- en cooperación con la Universidad Politécnica de Valencia, España; fue posible la realización del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- durante el periodo de febrero a noviembre del 2006 en la Región III del INAB. En tal sentido, se realizó el diagnóstico, investigación y servicios correspondientes.

Primeramente, se elaboró el diagnóstico del estado actual de los Bosques de Ribera de la Región Semiárida del Valle del Motagua, estando bajo los límites jurisdiccionales de la Región III del INAB, tomando los resultados de dicho diagnóstico como el punto de partida para el desarrollo de la investigación y servicios. Es importante mencionar que la Región III del Instituto Nacional de Bosque –INAB- se encuentra integrada por los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula e Izabal.

Habiendo priorizado la problemática, tomando en cuenta los bosques mejor conservados detectados en el diagnóstico y bajo los intereses de la institución cooperante, se realizó la investigación titulada: **Caracterización del Bosque de Ribera de las Sub Cuencas de Uyús, El Progreso y Río Hondo, Zacapa en la Región Semiárida del Valle del Motagua** para lo cual se realizó una zonificación por “tipo funcional de vegetación de ribera” -GFV- en la Zona de Ribera, con el objeto de entender el rol funcional dinámico de las especies de la ribera, así mismo se abarcó el estudio de

suelos y de las especies presentes para cada zona por “tipo funcional de vegetación” y se procedió a realizar una caracterización del clima de la región, a partir del análisis de las variables de temperatura y precipitación.

Partiendo del diagnóstico elaborado en la Sub Región III-2 del INAB, Zacapa se realizaron los servicios:

- Evaluación, monitoreo y certificación en el Programa de Incentivos Forestales PINFOR.
- Peritaje de industrias forestales y evaluación de consumos familiares.
- Monitoreo de planes de manejo en la fase de aprovechamiento forestal.
- Capacitación forestal dirigida a regentes y técnico forestales municipales.
- Apoyo en la generación de información de uso actual del suelo para la sub cuenca del Río Uyús, El Progreso, por medio de la recopilación y tabulación de la información generada.

## **CAPITULO I**

**DIAGNÓSTICO SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LOS  
BOSQUES DE RIBERA, PARA LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL  
VALLE DEL MOTAGUA, 2006, DETERMINADO MEDIANTE LA  
METODOLOGÍA MODIFICADA THE NATURE CONSERVANCY  
DENOMINADA “SITE CONSERVATION AND MEASURE OF  
CONSERVACION**



## 1.1 INTRODUCCIÓN

La región semiárida de valle del Motagua se divide en las zonas de vida Monte espinoso Subtropical (me-S) y el bosque seco Subtropical (bs-S) (De la Cruz 1982). En esta región es característica la poca lluvia, con precipitaciones que alcanzan los 550 a 650 mm anuales y altas temperaturas con promedios entre 22 y 28 °C, provocando un déficit de humedad, que oscila entre 60 y 72% y hace que las tasas de evapotranspiración superen a las de precipitación, con 600 y 800 mm de evapotranspiración potencial. Las características climáticas del Valle del Motagua están altamente influidas por la sombra montañosa de la Sierra de las Minas y del Merendón que le circundan (Castañeda, 1997). Dichas condiciones climáticas junto con las características geográficas que producen aislamiento, derivadas de procesos geológicos, favorecen el endemismo y la formación de nuevas especies vegetales (Castañeda 1997).

Entre las variables ecológicas del monte espinoso se encuentran las climáticas conformadas por la precipitación y la humedad, los distintos ecosistemas como los bosques de ribera o riparios, bosques de planicie, bosques de serranía, áreas de cobertura natural y las variables de suelo referentes al relieve que guardan características físicas y químicas (Castañeda 1997).

El presente diagnóstico se circunscribe a la zona de Monte espinoso Subtropical (me-S), que es una de las zonas de vida que integra la región semiárida del Valle del Motagua y cuya zona se distribuye en la depresión del Motagua (Departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula). El ecosistema específico a estudiar es el bosque de ribera, definido como asociaciones vegetales edáficas contiguas a cuerpos de agua, donde la humedad prevaleciente favorece el establecimiento de especies distinguibles de su entorno natural, sobre todo en ambientes áridos y semiáridos (Bennet, 1999). Se diagnosticó el bosque de ribera de las sub cuencas de Uyús, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso; Teculután, Zacapa; y Río Hondo, Zacapa; estableciendo las relaciones causa-efecto de las condiciones actuales y destacando el valor importancia de los bosques de ribera desde el punto de vista de los servicios ambientales y beneficios que proporciona.

## **1.2 ANTECEDENTES**

La región semiárida del valle del Motagua se encuentra en el Nororiente de Guatemala, en porciones extensas de los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula. Se encuentra ubicada al pie de la Sierra de las Minas, la cual sirve de barrera natural para la humedad proveniente del Atlántico, provocando la extrema condición seca de la región.

### **1.2.1 Bosques ribereños de la región semiárida del valle del Motagua**

Los bosques ribereños son asociaciones vegetales edáficas contiguas a cuerpos de agua, donde la humedad prevaleciente favorece el establecimiento de especies distinguibles de su entorno natural, sobre todo en ambientes áridos y semiáridos (Bennet, 1999). Su importancia radica en su función como corredor biológico, fuente de alimento estacional, reserva de agua y sitio de reproducción.

El corredor de ribera se puede definir como zonas a lo largo de los arroyos y ríos, que tiene una flora y fauna distinta a las áreas circundantes, seguida de la llanura de inundación o tierra adyacente al flujo base del canal, ubicada por debajo de la elevación de la terraza de la ladera.

Los ríos y el bosque ribereño se presentan como los corredores naturales más diversos y dinámicos, así como los de composición biofísica más diversa. Representan por esta razón, el marco para comprender la organización, diversidad y dinámica de las comunidades biológicas asociadas a los sistemas fluviales. Desde el punto de vista regional, mantienen procesos biológicos y conectan poblaciones entre varios tipos de vegetación, a través del gradiente altitudinal (Naiman et al., 1993, Bennet, 1999).

Para la región semiárida del valle del Motagua este elemento corresponde a los bosques que se extienden a lo largo de las corrientes de agua. Su importancia radica en la cantidad de especies que utilizan y transitan este ecosistema como fuente de alimento, refugio o medio para acceder a los recursos del monte espinoso-bosque seco. Las especies típicas de estas asociaciones son árboles propios de ecosistemas más húmedos, que alcanzan grandes tallas, como cedro y chicozapote. Esta región ha sido alterada por su conversión

a huertos frutales, donde predominan especies como aguacate, zapotes, cítricos, mango y pacayas.

Los bosques ribereños mejor conservados de la Región Semiárida son los ubicados en las márgenes de los siguientes ríos:

- Río El Hato, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.
- Río Uyús, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.
- Río Huijón, Usumatlán, Zacapa.
- Río San Pablo, Zacapa, colindante con los bosques de La Unión.

### **1.2.2 Metodología para la elaboración del Plan de Conservación de la Región Semiárida**

El proceso y resultados del Plan de Conservación de la Región Semiárida del Motagua se fundamentaron en el uso de la metodología de The Nature Conservancy denominada Planificación para la Conservación de Áreas (PCA). Este es un proceso de planificación estratégica que parte de una revisión exhaustiva y analítica de la información ecológica y social disponible sobre el área de planificación. A grandes rasgos, la metodología se basa en la selección de los elementos de conservación existentes en el área de planificación, a partir de los cuales se analizan y priorizan las amenazas principales, desglosadas en presiones y fuentes de presión.

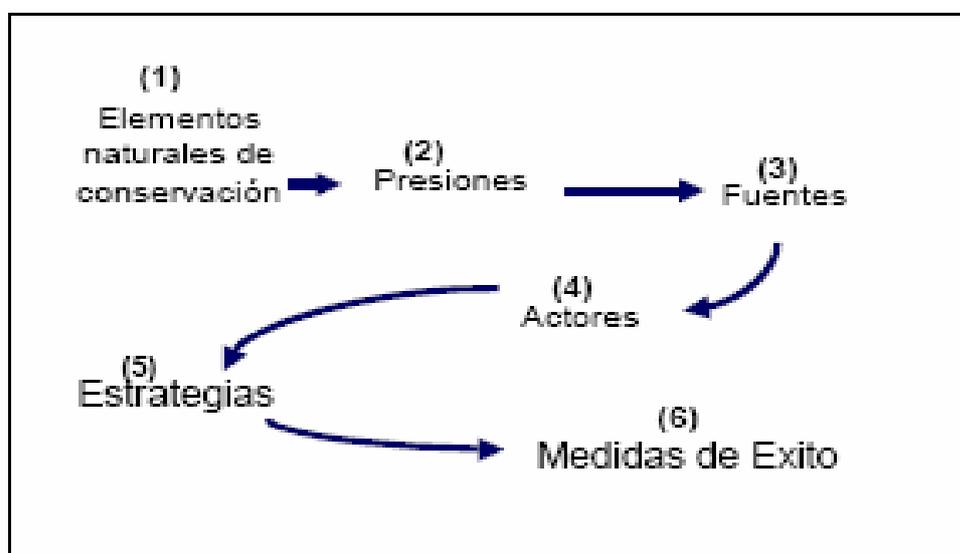
Para conocer el contexto social en el que ocurren las amenazas a los elementos de conservación, se realiza un análisis de actores. El siguiente paso es la definición de estrategias efectivas para la reducción de amenazas. Finalmente se definen indicadores para la medición del éxito de las estrategias que se desarrollan.

En el caso de las medidas de éxito la metodología de Planificación para la Conservación de Sitios contempla la necesidad de contar con indicadores que permitan monitorear la viabilidad de los elementos de conservación seleccionados, los cuales son integrados en un “Plan de Monitoreo” que deberá ser implementados por las organizaciones responsables del manejo y conservación del área.

Para la selección de indicadores se siguieron los pasos:

- Selección de indicadores para cada elemento de conservación en función.
- Atributos de viabilidad de cada uno de los elementos de conservación, es decir tamaño, condición y contexto paisajístico.
- Amenazas principales para cada uno de los elementos de conservación, con el fin de monitorear si está teniendo éxito en la reducción de las mismas.
- Síntesis de los indicadores seleccionados para todos los elementos, debido a que en muchos casos con un indicador se puede monitorear la situación de varios elementos simultáneamente.

Esta metodología se presenta con más detalle en el documento: “Planificación para la Conservación de Sitios: Un Marco de Trabajo para Desarrollar y Medir el Impacto de Estrategias Efectivas de Conservación de la Biodiversidad”, de The Nature Conservancy (Low, 1999). Para facilitar el ingreso de información, así como para la priorización en la Planificación de la conservación de sitios, se utilizó la hoja de trabajo, del programa de Microsoft Excel, modificada por The Nature Conservancy y denominada “Site Conservation/ Measure of Conservation Success Workbook©” (TNC, 2000).



**Figura 1** Marco conceptual y metodológico de planificación para la conservación de áreas, metodología de The Nature conservancy en la planificación para la conservación de áreas.

**A. Elementos de conservación de la región semiárida del valle del Motagua encontrados en el marco de la metodología de la planificación para la conservación de sitios (pcs) propuesta por The Nature Conservancy**

Sistemas Terrestres y Acuáticos

Monte espinoso – Bosque seco

Bosques ribereños

Sistemas fluviales

Agrupaciones de especies

Especies vegetales amenazadas

Especies migratorias altitudinales

Especies de fauna endémica amenazadas

El proceso de estudio y planificación para la conservación de la Región Semiárida del Valle del Motagua, emprendido por Defensores de la Naturaleza, estableció las consideraciones sobre los elementos de conservación que fueron hechas con base en el conocimiento de los expertos invitados a participar en el proceso. Estos aportes permitieron identificar los elementos naturales que suponen los esfuerzos de conservación más urgentes tanto por su singularidad biológica como por el grado de amenaza que enfrentan. La ubicación cartográfica de los elementos de conservación seleccionados. Luego de definir los elementos se desarrolló un ejercicio de análisis para determinar su viabilidad o estado de conservación. Los resultados de este análisis se presentan a continuación para los elementos de Sistemas Terrestres y Acuáticos.

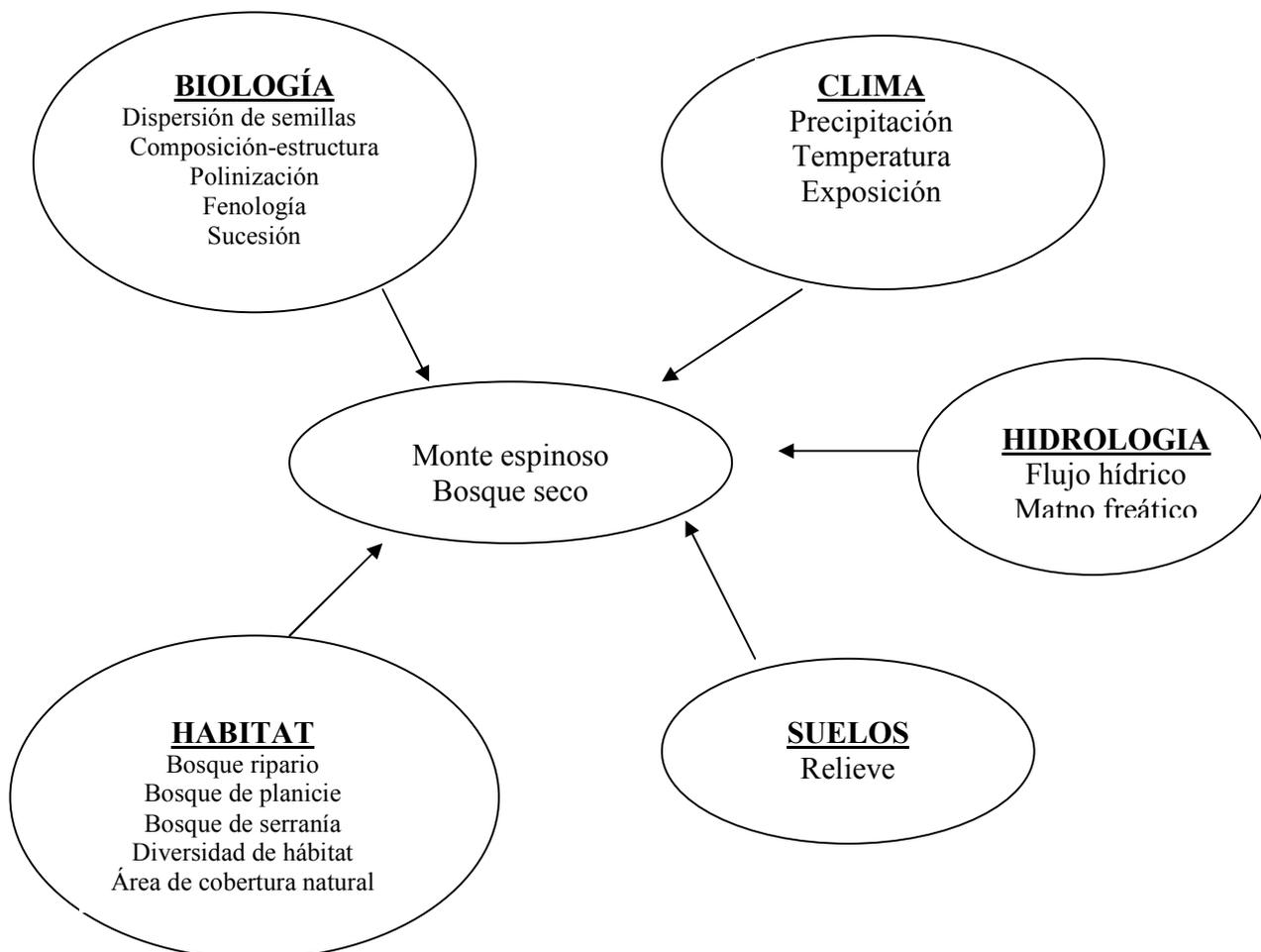
**B. Monte espinoso Bosque seco**

En este elemento se ha incluido el sistema de la región semiárida como un todo, con el propósito de contar con un nivel apropiado de diferenciación que permita distinguir apropiadamente los esfuerzos más bien puntuales de los sistémicos.

La importancia de este elemento de conservación está asociada a su valor en términos de singularidad, el alto número de especies endémicas, la existencia de especies con potencial para el uso sostenible como las bromelias y los cactus, el suministro de leña,

alimentos (tuno), medicina (*Crescentia* y *Jaquinia*), la producción de tintes naturales (*Haematoxylum* y *Agave*) y su potencial como destino para el turismo científico.

Por otro lado se elaboró colectivamente un modelo ecológico simplificado para este elemento de conservación en el que fueron capturadas las principales variables ecológicas de acuerdo a los participantes en el proceso. La Figura 2 muestra esquemáticamente el resultado de este.



**Figura 2** Modelo ecológico simplificado para el Monte espinoso - Bosque seco

### **1.2.3 Amenaza al elemento de conservación bosque de ribera**

#### **A. Prácticas Agrícolas Incompatibles con la conservación en el Valle del Motagua**

Esta amenaza se refiere tanto a la conversión histórica que ha existido de monte espinoso y bosques secos a uso agrícola, así como a que muchas de las prácticas agrícolas actuales contribuyen a la degradación paulatina del hábitat natural aún existente. Los sistemas agrícolas predominantes son la agricultura intensiva en las áreas planas (cultivos de melón, mango, uva, y en el pasado, tabaco) y agricultura de subsistencia (maíz-sorgo-fríjol) en laderas. Actualmente la agricultura y la ganadería, con una extensión de 60,000 hectáreas, representan el 30% del uso de la tierra en la región.

Esta amenaza es causada tanto por la producción agrícola comercial para el mercado local y la exportación, como para la agricultura de subsistencia. En el caso de las dos primeras los agricultores comerciales cuentan con más recursos y han ocupado las tierras planas. Estos agricultores actúan motivados por el lucro. Los agricultores de subsistencia son productores marginales que han ocupado las laderas, y su motivación principal es el consumo familiar.

#### **B. Tala de los árboles en las orillas de los ríos**

La tala del bosque en las orillas de ríos se realiza principalmente para la conversión de terrenos para la agricultura y ganadería, y para la obtención de madera para la construcción. Los agricultores y ganaderos son los principales responsables de la pérdida de bosque quienes no cumplen la ley provocando un acceso casi ilimitado al recurso poniendo en serios problemas su sostenibilidad.

#### **C. Ganadería**

La ganadería sigue siendo uno de los factores a considerar a pesar de la dificultad que su monitoreo supone. Además las áreas ganaderas de la región parecen extenderse mínimamente en términos del cambio de uso del suelo si esta actividad es comparada con otras como el cultivo del melón. De cualquier forma los resultados obtenidos en el proceso

de planificación sugieren que los impactos de la ganadería siguen constituyendo una amenaza importante para la salud de este ecosistema, como la perturbación de la regeneración natural, compactación de suelos, la introducción de especies exóticas y el uso del fuego para la renovación de pastizales.

La ganadería provoca la degradación de los nichos naturales por el pastoreo de vacunos, que son criados principalmente para el consumo de carne, tanto a nivel familiar como comercial. Alrededor de la ganadería existe un sector comercial orientado al procesamiento y comercialización de la carne, así como al suministro de productos veterinarios.

#### **D. Desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Valle del Motagua**

La construcción de hidroeléctricas amenaza la biodiversidad de la región por la fluctuación e interrupción de caudales de los ríos afectados e inundación de ciertas áreas.

El desarrollo hidroeléctrico amenaza dos elementos de conservación: los bosques ribereños y los sistemas fluviales. Los principales impactos se presentan en el tramo de río intermedio entre la presa y la casa de máquinas. Los efectos inmediatos en reducción de poblaciones pueden observarse en las especies de vertebrados e invertebrados que pasan una etapa de desarrollo obligatorio en el agua como anfibios e insectos acuáticos (Pérez et al, 1999).

A mediano plazo, el bosque ribereño puede ir cambiando en estructura y composición de especies y probablemente tienda a ser más parecido a quebradas intermitentes de primer orden que solo contienen agua durante el invierno, es decir, pueden contener poblaciones reducidas de anfibios e insectos pero en menor número. Por otra parte, los efectos en la parte baja con flujos discontinuos (producción de piqueo), puede afectar la estructura y composición del bosque ribereño poniendo en peligro la viabilidad de algunas especies amenazadas por la pérdida de su hábitat por ejemplo: Agavaceae *Agave sp.* Zygophyllaceae *Guaiacum sanctum L.* Mimosaceae *Acacia drani* (Pérez et al, 1999).

## **E. Agua para riego o regadíos**

La extracción de agua para riego afecta el flujo de caudales en forma tal que puede llegar a secar por completo los cauces de ríos más afectados, como ocurre en el río Jones. En este caso, el agua ya no regresa al sistema fluvial, ya que es ampliamente distribuida en los campos de cultivo, consumiendo enormes cantidades de agua por el ineficaz sistema de riego por inundación. Esta extracción perturba los sistemas fluviales y los bosques ribereños asociados, afectando la flora y la fauna.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el estado actual de los Bosques de Ribera de la Región Semiárida del Valle del Motagua.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar las amenazas existentes en los bosques de ribera visitados de la región semiárida del valle del Motagua.
- Seleccionar los bosques de ribera en mejor estado de conservación, por medio de la identificación de las amenazas en los bosques de ribera de la región semiárida del valle del Motagua.

### **1.4 METODOLOGIA**

#### **1.4.1 Metodología empleada por la Fundación Defensores de la Naturaleza**

El proceso de estudio y planificación para la conservación de la Región Semiárida del Valle del Motagua, utilizado por Defensores de la Naturaleza (Pérez et al, 1999), comprende los siguientes pasos:

### 1. Investigaciones orientadas a la conservación de la región:

- Análisis de las áreas con mejor cobertura y potencial para ser declaradas como áreas protegidas en la región al Norte del río Motagua, realizadas entre 1999 y 2000 (Mayén, 2002).
- Evaluación Ecológica Rápida, realizada por un equipo de biólogos en la región Norte del río Motagua en el año 2,000 (Valle et al., 1999).
- Análisis de la Cobertura Vegetal de la Región Semiárida del Valle del Motagua, la cual se realizó en el primer semestre del año 2002, basándose en imágenes de satélite de principios del 2001.

### 2. Elaboración del Plan de Conservación, para el cual se realizó el taller:

Planificación para la Conservación de la Región Semiárida del Valle del Motagua, en junio del 2002, donde se identificaron elementos, se analizó su estado de viabilidad y sus amenazas (presiones y fuentes de presión). Este taller contó con la participación de 23 personas de 11 instituciones, provenientes de municipalidades, organizaciones del estado y científicos con amplia experiencia en la región.

En total, participaron en el proceso de planificación 40 personas de 18 instituciones, siendo notoria la presencia de representantes de la región de los organismos del estado responsables de velar por el uso de los recursos naturales, como Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP, Instituto Nacional de Bosques INAB, Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGA y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN; las municipalidades de Huité, Río Hondo, San Agustín, Teculután, Usumatlán, Zacapa y académicos de la Universidad del Valle.

#### **A. Viabilidad de los elementos de conservación**

El análisis de viabilidad para los elementos seleccionados es el resultado de evaluar la cantidad, calidad y las relaciones o procesos ecológicos del elemento bosque de ribera. Los argumentos empleados en la discusión han contribuido a caracterizar las condiciones del sitio, cuyos resultados muestran que dicho elementos tiene una condición regular, lo cual indica que aunque están en mal estado aún no ha alcanzado niveles irrecuperables, y

por tanto aún queda espacio para la implementación urgente de acciones de conservación en el área.

**Cuadro 1** Viabilidad de los elementos de conservación encontrados en los bosques de ribera de la región semiárida del Valle del Motagua

Elemento	Criterio	Argumentos	Calificación	Valor global de viabilidad
Bosques Ribereños	Tamaño	Alteración provocada por el establecimiento de huertos frutícolas o regadíos. Estos en todo caso, son preferibles a los monocultivos.	Regular	Regular
	Condición	Profundamente perturbados por la introducción de especies exóticas, especialmente frutales.	Regular	
	Contexto paisajístico	Alteración del régimen hídrico por desviación de agua para riego y construcción de hidroeléctricas.	Regular	

## B. Amenazas sobre los Elementos de Conservación

Al procesar la información y calificaciones dada para cada una de las presiones y fuentes de presión para todos los elementos de conservación, se observa que las principales amenazas para los bosques de ribera son las prácticas agrícolas incompatibles con la conservación, la ganadería, tala de árboles a las orillas de los ríos, el desarrollo hidroeléctrico y el agua para riego; estas amenazas salen como las más elevadas debido a que afectan significativamente (Cuadro 2).

**Cuadro 2** Amenazas sobre los elementos de conservación en los bosques de ribera de la región semiárida del Valle del Motagua

Principales amenazas activas en el sitio	Bosque ribereño	Sistema fluvial
Practicar agrícolas incompatibles con la conservación	Alto	Alto
Desarrollo de infraestructura vial		Alto
Ganadería	Bajo	Medio
Extracción selectiva de productos forestales no maderables		
Desarrollo hidroeléctrico	Alto	Alto
Agua para riego	Alto	Alto
Urbanización	Bajo	Alto
Extracción de leña		
Especies invasoras exóticas (pastos)		
Tala de árboles en orillas de ríos		Alto
Incendios forestales		
Cacería		
Desarrollo industrial y comercial (no turístico)		Medio
Practicar incompatibles de cacería de subsistencia		
Uso de agroquímicos		
Estado de amenaza para los objetivos focales y el sitio en su totalidad	Alto	Muy alto

#### 1.4.2 Metodología modificada para la identificación del grado de amenazas en el elemento de conservación de bosque de ribera

1. Se visitaron los corredores de los bosques de ribera de los ríos Uyús, Río Hondo cause principal y Quebradas Platanar o Seca, Teculután y Pasabién.
2. En la visita se realizaron caminamientos donde se procedió a identificar la presencia de las principales amenazas que se encontraban en los corredores de ribera, llanura de inundación y en la vegetación de los bosques de ribera.
3. Las diferentes amenazas se ubicaron en tres diferentes zonas de ribera las cuales se definen en:
  - Corredor de ribera: Segmentación por presiones de desarrollo hidroeléctrico y urbanización.
  - Vegetación de bosque de ribera: alteraciones por presiones de tala de árboles a las orillas de los ríos y presencia de regadíos o agua para riego.

- Llanura de inundación: alteraciones por presiones de prácticas agrícolas incompatibles con la conservación y ganadería.
4. Se planteó una escala de medición de acuerdo a la presencia de amenazas en las zonas de ribera la cual se califica en grado de amenaza baja, media alta de acuerdo a la siguiente regla de decisión:
- Si hay presencia de amenazas en las tres zonas de ribera descritas anteriormente se toma como un grado alto para la conservación.
  - Si hay presencia de amenazas en dos zonas de ribera se toma como grado medio para la conservación.
  - Si hay presencia de amenaza en una zona de ribera se toma como un grado bajo para la conservación.

## 1.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el caso del Río Uyús al momento de realizar el caminamiento en el bosque de ribera, se identificó la presencia de regadillos principalmente en toda la orilla del río, en cuanto a la segmentación del corredor de ribera y la llanura de inundación no se observaron evidencias de alteración, por tanto este bosque se mantiene en su estado natural, por lo que es uno de los bosques de ribera mejor conservados de la región (Cuadro 3).

En el Río Teculután se pudo observar la alteración de la vegetación de ribera por presencia de regadillos a toda la orilla del río y evidencia de tala de árboles, en cuanto a la alteración de la llanura de inundación se pudo constatar la presencia de ganado y cultivos frutícolas como el mango (*Manguifera indica* L.) (Cuadro 3).

Para el caso del Río Pasabién se pudo identificar la segmentación del corredor de ribera por la presencia de la hidroeléctrica de Pasabién, seguido de la presencia de regadillos y la ausencia de la vegetación en toda la orilla, para el caso de la llanura de inundación el avance de la agricultura en esta zona es extensa, ya que actualmente se utiliza para la

agricultura de árboles frutales, frijol y maíz. Por tanto es uno de los bosques más alterados y destruidos (Cuadro 3).

Para el caso de la localidad de Río Hondo se constato la alteración de ribera por la presencia de de urbanizaciones en cuanto a la alteración de la llanura de inundación es más evidente debido a la presencia de ganadería y apicultura de subsistencia, la vegetación de ribera se encuentra segmentada pero existen algunas porciones de vegetación en estado regular que merecen ser estudiadas.

Para el caso de la quebrada denominada El Platanar o Seca que es una quebrada de tipo intermitente lo cual explica que esta corriente solo en época de lluvias trasporte agua, por lo que la alteración se observo principalmente en la llanura de inundación por la presencia de cultivos agrícolas (Cuadro 3).

**Cuadro 3** Visita a los tramos corredores de los ríos de la Región Semiárida del Valle Motagua

Tramo Corredor de ribera	Segmentación del corredor de ribera.	Alteración de la vegetación del bosque de ribera.	Alteración de la Llanura de inundación.	Grado de amenaza para la conservación
Río Uyús	NO	SI	NO	BAJA
Río Teculután	NO	SI	SI	MEDIA
Río Pasabién	SI	SI	SI	ALTA
Río Hondo cauce principal	SI	SI	SI	ALTA
Río Hondo Quebrada el Platanar	NO	NO	SI	MEDIA

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.**  
Existencia: si \_\_\_ no \_\_\_

**AMENAZAS EN ZONAS DE RIBERA:**

**Corredor de ribera:** Segmentación por presiones de desarrollo hidroeléctrico y urbanización.

**Vegetación de bosque de ribera:** alteraciones por presiones de tala de árboles a las orillas de los ríos y presencia de regadíos o agua para riego.

**Llanura de inundación:** alteraciones por presiones de ganadería y prácticas agrícolas incompatibles con la conservación

**GRADO DE PRESION DE LAS AMENAZAS A LA CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE RIBERA.**

1. Alta  2. Media  3. Baja  4. Inexistente.

**REGLAS DE DESICIÓN.**

- Si existe presencia de amenazas en las tres zonas de ribera descritas anteriormente se toma como un grado alto para la conservación.
- Si solo existe presencia de amenazas en dos zonas de ribera se toma como grado medio para la conservación.
- Si solo existe presencia de amenaza en una zona de ribera se toma como un grado bajo para la conservación.

## 1.6 CONCLUSIONES

En cuanto al estado de conservación de los bosques de ribera de la Región Semiárida del Valle del Motagua visitados, se pudo observar que el Río Uyús se encuentra en mejor estado de conservación reportando un grado de amenaza a la conservación bajo, seguido se encuentran la quebrada de tipo intermitente perteneciente a Río Hondo, llamada Quebrada Platanar o Seca y el Río Teculután reportando un grado de amenaza a la conservación media, y en un tercer y último lugar con grado de amenaza para la conservación alto se encuentran los bosques de ribera de los ríos de Pasabién y Río Hondo cauce principal.

Entre las principales amenazas identificadas en los bosques de ribera y constatadas su existencia en los caminamientos realizados se encontraron:

- Prácticas agrícolas incompatibles con la conservación de los bosques de ribera.
- Tala de los árboles en las orillas de los ríos.
- Ganadería.
- Desarrollo hidroeléctrico en los bosques de ribera de valle del Motagua.
- Agua para riego o regadíos.

## 1.7 BIBLIOGRAFIA

1. Bennett, AF. 1999. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, UK, IUCN. 254 p.
2. Castañeda, C. 1997. Impacto de los diferentes sistemas de producción en la biodiversidad de las regiones semiáridas de Guatemala. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación, Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente. 72 p.
3. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida en Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR. 24 p.
4. Low, G. 1999. Landscape-scale, community-based conservation: a practitioners's handbook. Canada, The Nature Conservancy. 32 p.
5. Mayén, E. 2002. Fundamentos, selección y caracterización de áreas de monte espinoso como propuesta para áreas protegidas en el nororiente de Guatemala. Tesis ad gradum. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 145 p.
6. Naiman, R; Decapms, H; Pollock, M. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Application* 3(2):209-212.
7. Pérez, S. 1999. Grupo aves. *In* Valle, L; Soto, R; Negreros, M del P; Pérez, S; Castañeda, C. 1999. Áreas prioritarias para la conservación en el sector norte del monte espinoso del valle del río Motagua. Guatemala, Fundación Defensores de la Naturaleza. Programa Ambiental Regional para Centroamérica / Central American Protected Areas System. 168 p.
8. TNC (The Nature Conservancy, US). 2000. Esquema de las cinco S para la conservación de sitios: manual de planificación para la conservación de sitios y la medición del éxito en conservación. US. 15 p.
9. Valle, L. 1999. Distribución altitudinal de la comunidad de quirópteros de San Lorenzo Zacapa, Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades. 93 p.



**CAPITULO II**  
**INVESTIGACION**

**CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA DE LAS SUB  
CUENCAS DEL RÍO UYÚS, EL PROGRESO Y RÍO HONDO,  
ZACAPA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL VALLE DEL  
MOTAGUA**

**CARACTERITATION OF RIPARIAN VEGETATIONS FOR THE  
BASINS OF UYÚS RIVER, EL PROGRESO AND RÍO HONDO,  
ZACAPA IN THE SEMIARID REGION OF THE VALLEY OF  
MOTAGUA**



## 2.1 INTRODUCCIÓN

El Valle del Motagua es un área de trascendental importancia para el patrimonio natural de Guatemala, debido a los elevados niveles de endemismo que contiene y por la singularidad de su vegetación. Su Plan de Conservación (Secaira et al., 2003) contiene como elementos de conservación los sistemas fluviales, bosques de ribera y el bosque seco – monte espinoso aledaño.

La zona de ribera es un área muy próxima a un arroyo o río, cuyo ambiente es influenciado por dicha proximidad y que funciona como amortiguadora de sedimentos y fuente de nutrientes para las cuencas vecinas, posibilitando mejoras de la calidad del agua que sale de la cuenca (Bren, 1993; Hooper et al., 1998; Lowrance et al., 1998; Naiman et al., 2000; Weltya et al., 2002).

Se estudió los bosque de ribera de Uyús, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso y Río Hondo, Zacapa ubicados dentro de la Región Semiárida del Valle del Motagua.

Para entender el rol funcional dinámico de las especies de la ribera en diversos sitios y condiciones hidrológicas cambiantes, se realizó una zonificación por “tipo funcional de vegetación”<sup>1</sup>, estableciéndose la presencia de 4 Grupos funcionales de ribera propuestos por Baird y Maddock III (2005) y Maddock III y Baird (2003) para clasificar la vegetación de ribera, los cuales son: Obligadas de Humedal, Ribereñas de Raíz Poco Profunda, Ribereñas de Raíz Profunda y Ribereñas de Transición o Facultativas y especies del Bosque Seco o Monte espinoso. Se abarcó el estudio de suelos y de las especies presentes para cada zona por “tipo funcional de vegetación de ribera”, con especial énfasis en la revisión bibliográfica exhaustiva de los aspectos morfológicos, ecológicos y fisiológicos de dicha vegetación y se procedió a realizar una caracterización del clima de la región, a partir del análisis estadístico de los variables de temperatura y precipitación.

---

<sup>1</sup> Plant functional type -PFT- (USDA, 2003; Williams et al, 1998; Winward, 2000) ó Plant functional group – PFG- (Baird & Maddock, 2005).

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

No se tiene claridad de la relación que guarda la vegetación y régimen hídrico de los ríos en los ecosistemas de ribera de la región semiárida del valle del Motagua, por lo que es común encontrar dificultades en la toma de decisiones con respecto a los usos que se les podría dar y al tipo de aprovechamiento recomendable, o bien a la orientar la visión política de su protección y manejo sostenible.

La ausencia de investigación en ecosistemas de ribera de las subcuencas de Uyús, El Progreso y Río Hondo, Zacapa y de todas las riberas de la Región Semiárida del Valle del Motagua, provoca que actualmente no se comprenda cual es el rol funcional dinámico de las especies de la ribera y la relación que guarda con el flujo superficial, y que por tanto no existan procedimientos para el manejo y restauración de estas zonas.

Por tanto este estudio caracteriza los bosques de ribera, aplicando la metodología por Tipo Funcional de Vegetación (PFT), la cual es aplicable para explicar el rol funcional dinámico de las especies de ribera a la vez de caracterizar el clima y las propiedades fisicoquímicas del suelo, que permitirán contar con las bases para el estudio de hidrología forestal de las zonas de ribera.

Todos estos factores aunados al desconocimiento del valor que tiene dicho bosque por parte de los pobladores del lugar y seguida por cambios de uso de la tierra, han provocado la segmentación y la reducción en la cobertura del bosque. Las plantas dominantes, interactuando con el cambio climático a escala regional y la hidrología local, controlan temporal y espacialmente las propiedades dinámicas del ecosistema ripario, entre ellas la evapotranspiración (Williams et al., 1998). Actualmente es reconocido que las perturbaciones de los regimenes de agua superficial y el cambio en la profundidad del agua subterránea y subsuperficial tienen el potencial para alterar la estructura de bosques de ribera y pueden influir en la composición de las especies y la diversidad biológica. (Maddock et al., 1998; Williams et al., 1998).

## 2.3 JUSTIFICACIÓN

El Valle del Motagua es un área de trascendental importancia para el patrimonio natural de Guatemala, debido a los elevados niveles de endemismo que contiene y por la singularidad de su vegetación. Su Plan de Conservación (Secaira et al., 2003) contiene como elementos de conservación los sistemas fluviales, bosques de ribera y el bosque seco – monte espinoso aledaño se identifica como “muy alto”.

Entre los bosques de ribera mejor conservados en la región está el de Uyús, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso y en el caso de Río Hondo, Zacapa a pesar de ser un bosque altamente disturbado y segmentado, es posible encontrar algún segmento en un estado regular.

La caracterización del bosque de ribera constituye la información base indispensable para establecer las interacciones entre la vegetación y el flujo superficial de un río a escala local y realizar recomendaciones para el manejo y conservación de la zona de ribera como reguladora de los procesos hidrológicos.

Es importante entender la influencia que tiene el flujo superficial de un río sobre la zona de ribera para comprender su dinamismo. Los componentes del ciclo hidrológico a escala de cuenca ejercen un control importante en la ribera. La estructura interna del corredor de ribera juega un papel importante frente a los cambios del régimen hídrico del río por acción del hombre, pues la vegetación controla fuertemente los vínculos entre el cauce y la llanura de inundación, y también entre el corredor de ribera y la ladera de partes altas. Así, la vegetación de ribera también influye en el ciclo hidrológico (Tabacchi et al., 1998).

Los ecosistemas de ribera de las regiones áridas y semiáridas contienen gran parte de la biodiversidad regional y juegan un papel importante en el balance de agua y energía a esa escala; son extremadamente sensibles a perturbaciones que afectan el agua subterránea y el abastecimiento de agua superficial para las plantas dominantes de la ribera (Maddock et al., 1998; Williams et al., 1998).

El programa de investigación de hidrología forestal del Instituto Nacional de Bosques (2005), reconoce la trascendencia de delimitar y priorizar ecosistemas forestales de importancia para captación y regulación hidrológica. Dicho programa constituye el marco propicio para desarrollar ciencia y estudiar los procesos hidrológicos de ecosistemas forestales estratégicos como los bosques de ribera<sup>2</sup>. Diversos estudios demuestran la importancia de los ecosistemas de ribera como reguladores de los procesos hidrológicos (Chen et al., 1998; Miller et al., 2003; Lowrance et al., 1998; Scott et al., 2004).

Por otra parte, la Política Nacional y Estrategias para el desarrollo del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) considera importante favorecer la restauración ecológica de espacios naturales degradados como los bosques ribereños dentro y alrededor de áreas protegidas. Las labores de conservación, manejo y restauración de estos ecosistemas deben sustentarse en el conocimiento de las variables biofísicas que determinan su desarrollo y mantenimiento, destacando las interacciones bosque - suelo - agua (Stromberg, 2001).

## **2.4 MARCO TEÓRICO**

### **2.4.1 Marco conceptual**

#### **A. Conceptos de la zona de ribera**

##### **a. Zona de ribera o paisaje de ribera**

La Zona de Ribera se deriva de la palabra en latín *riparios* cuyo significado es perteneciente a un banco de un río. Se refiere a una comunidad biótica que se desarrolla en las orillas de riachuelos, ríos, lagos, estanques y algunas tierras húmedas.

La zona de ribera es un área muy próxima a un arroyo o río, cuyo ambiente es distintivamente influenciado por dicha proximidad y que funciona como amortiguadora de

---

<sup>2</sup> Denominado en el argot técnico guatemalteco como “bosque de galería”.

sedimentos y fuente de nutrientes para las cuencas vecinas, posibilitando mejoras de la calidad del agua que sale de la cuenca (Bren, 1993; Hooper et al., 1998; Lowrance et al., 1998; Naiman et al., 2000; Welty et al., 2002).

La Zona de Ribera también se puede definir como cualquier tierra que ejerce influencia o es influenciada por un cuerpo de agua (Lovett, 1998).

La zona de ribera definida en base a la forma de una sección transversal idealizada del canal de un río, es un área que está entre el nivel más bajo del flujo de una corriente y el punto más alto de transición entre el canal y la llanura de inundación (Lovett, 1998).

Algunos intentos han sido elaborados para definir una zona de ribera en base a la vegetación comúnmente observada, ya que esta se diferencia del entorno circundante. La zona de ribera contiene un gran rango de tipos de vegetación desde árboles maduros hasta macrofitas emergentes. El cambio de vegetación puede reflejarse en eventos periódicos, como por ejemplo fuego, inundaciones o una severa sequía.

Una definición más cercana al campo de la ingeniería hidráulica señala que ésta es el área cubierta por una inundación en un período de retorno particular (Brookes & Shields, 2001). La mayoría de los estudios revisados expresan la presencia continua de procesos de cambio de la ribera y su vegetación (Glenz, C. 2001. Howard, 1992; Miller et al., 2003; Naiman et al., 2000). Incluye tanto áreas angostas al lado de los ríos, como extensas llanuras de inundación (Brinson y Verhoeven, 1999; Malanson, 1993).

La Constitución de la República de Guatemala, en el artículo 122 establece que son reservas territoriales del estado aquellas áreas comprendidas hasta doscientos metros alrededor de la orilla de los lagos, de cien metros a cada lado de las riberas de los ríos navegables y de 50 metros alrededor de las fuentes y manantiales donde se producen las aguas que surten a las poblaciones.

Otra definición funcional describe a esta zona como la parte de ribera que ejerce una influencia directa en la corriente del canal o en las márgenes del lagos y en cualquier ecosistema acuático, además este tipo de definición identifica los rasgos que pueden ser

afectados por la forma de ribera incluyendo la morfología del canal y la estabilidad del banco, las propiedades físicas y químicas del agua del ecosistema acuático, la calidad del agua, la conservación de la vida silvestre y los valores estéticos (Bendix, 1994). Las funciones de ribera a proteger o ha ser manejadas han sido identificadas en términos del ancho de la corriente u otras características del lugar.

Usando esta definición como base la zona de ribera incluye lo siguiente:

La tierra circundante a lo largo de pequeños riachuelos y ríos incluyendo en banco del río por si mismo.

Áreas circundantes a los ríos y tierras húmedas en las llanuras de inundación que interactúan con el río en tiempos de inundación.

Las definiciones funcionales están fundamentalmente en discusión, esto es por el proceso de interacción que toma lugar entre la llanura de inundación y el río esto es también la definición que se acerca a la realidad del manejo de las zonas riparias. Sin embargo no existe una ley de la naturaleza que defina el ancho de la zona de ribera.

La zona de ribera esta definida como zonas tridimensionales de interacciones físicas y bióticas directas entre el ecosistema terrestre y acuático, con límites que se extienden fuera de los límites de inundación, y dentro de las copas de la vegetación de los alrededores, la primera dimensione de la zona de ribera es la continuidad longitudinal de las corrientes hacia los océanos. La segunda es la dimensión vertical que se extiende a lo largo de las copas de la vegetación y de nuevo a la superficie que incluye interacciones del terreno a lo largo de la corriente del corredor de ribera y tercera dimensión es lateral extendida hasta el límite de la llanura de inundación en cualquiera de los lados de la corriente del río. Referencia.

De acuerdo con Malanson (1993), estudiando la estructura del paisaje se pueden encontrar diversas ecoregiones (zonas geográficas que representan grupos geográficos o asociaciones de ecosistemas funcionales semejantes) relacionadas con diversos tipos de paisajes fluviales.

Presenta siete tipos de paisajes de ribera: bosques de galería en áreas semiáridas y áridas; bosques tropicales; bosques subtropicales de la llanura de inundación; bosques caducifolios húmedos; transición bosque-pastizal y pastizal; montañas; taiga y tundra. Dicha clasificación del paisaje de ribera es una referencia obligada para comprender los distintos tipos de bosque de ribera que existen asociados a diversas climatologías.

### **b. Ecosistema de ribera**

Los ecosistemas de ribera están representados por los bosques de ribera a las orillas de riachuelos, ríos, lagos, estanques y algunas tierras húmedas. Además como la unión compleja de organismos y su ambiente adyacente y cercano al flujo de agua (Lowrance et al., 1985) o, simplemente, aquellos ecosistemas adyacentes al río (Malanson, 1993).

Hay diversos sistemas que están en reconocimiento de su papel en la preservación de los recursos del agua, este papel describe los principios de un procedimiento que utiliza información que esta usualmente disponible (mapas topográficos, uso de la información del suelo y la tierra) para determinar el óptimo bosque de ribera con bases cuantitativas y referencias geográficas.

Los ecosistemas de ribera de la región árida o semiárida contienen partes desproporcionadas de la biodiversidad regional y juegan un rol dominante en el balance regional del agua y la energía.

Los ecosistemas riparios influyen fuertemente en la organización, diversidad, y dinámica de las comunidades asociadas con ecosistemas acuáticos (Gregory et al., 1991). Estos ecosistemas poseen distintas características ecológicas debido a su interacción con el sistema acuático, así sus límites pueden ser delineados por cambios en condiciones de la tierra, vegetación, y otros factores que reflejan esta interacción acuático-terrestre (Naiman, 2000).

La variabilidad de los ecosistemas riparios refleja la heterogeneidad física inherente de la red del drenaje, los procesos que forman los arroyos, y las características de la

comunidad bióticas. Las interacciones entre los factores biofísicos provocan influencias fuertes a largo plazo en las estructuras geológicas y procesos que los forman.

Gregory et al., (1991) y sus colegas mostraron como la zona de ribera es el resultado de las interacciones entre la geología, hidrología, entradas de materiales y vegetación, además mostraron como zonas con similar hábitat físicos contienen similares comunidades vegetales, y señaló cómo características de sitio específicas de la vegetación riparia, reflejan perturbaciones fluviales y no fluviales.

Finalmente ellos articularon cómo variaciones en propiedades del suelo y en la microtopografía del suelo del valle, afecta la composición de la biótica de la comunidad riparia.

Otro aporte importante lo hacen Brookes y Shields (2001), al mencionar que durante el Congreso Nacional de Investigación de los Estados Unidos de 1992 se recomendó hablar de riverine riparian ecosystem, tanto para ríos grandes como para pequeños y stream riparian ecosystem, en relación a pequeños arroyos en donde las inundaciones son tan breves que los organismos acuáticos no han desarrollado adaptaciones para explotar la zona ribereña.

Los ecosistemas de ribera son simbólicos de los cambios de paisaje a gran escala dada su sensibilidad al régimen fluvial, y porque son la última expresión de las interacciones con el agua superficial y subterránea. Los cambios a largo plazo que se dan en su vegetación arbórea es quizás lo menos entendido de este ecosistema (Webb y Leake, 2006). También se les estudia con base en escalas temporales de minutos o más grandes (Gregory et al., 1991).

### **c. Bosque de ribera y bosque de galería**

En el argot técnico de Guatemala es común escuchar el término bosques de galería para referirse a los bosques de ribera que es el concepto técnico más adecuado para nombrar este tipo de bosque.

Se define como áreas ubicadas en las márgenes de los ríos, riachuelos o quebradas y en los nacimientos de agua. Tienen como función, retener sedimentos que proceden de las partes altas, la protección de los cauces, espejos de agua y captación del agua de lluvia, a través de la parte aérea de la vegetación existente. Los bosques de galería, pueden delimitarse con una franja de 15 a 30 metros de ancho de cobertura vegetal a partir de las márgenes de los ríos, riachuelos, quebradas y nacimientos de agua, a lo largo de los mismos. Los *Bosques de Ribera* son comunidades vegetales exuberantes en relación con su entorno, caracterizadas por su mayor altura, densidad, cantidad de biomasa, complejidad estructural y número de especies siempre verdes. Los *Bosques de Galería* en los paisajes de la sabana tropical son mayormente franjas angostas forestales asociadas a quebradas y ríos, y debido a su reducido tamaño pierden representatividad a escalas más amplias (Veneklaas et al., 2005). Malanson (1993) demuestra que el término “bosque de galería” es más específico para pequeñas zonas con vegetación de ribera en climas semiáridos, mientras que el término “bosque de ribera” es más genérico y adecuado para todo clima y tipo de bosque en el área.

En el contexto relativo a latitudes mediterráneas, la vegetación ribereña es uno de los ecosistemas más heterogéneos y complejos, porque combinan los procesos de dinámica fluvial, las variaciones del régimen hidráulico, las condiciones climáticas regionales, la acción de la fauna y la acción del hombre (García, s.f.). Los bosques de ribera (Riparian Forests) se localizan en las llanuras aluviales de los ríos y son parte de un sistema altamente integrado que incluye al cauce, y traslapando términos son tanto humedales de ribera y corredores de ribera.

Para el caso de Guatemala, existe una elevada tendencia del sector profesional de los recursos naturales a utilizar el término “bosque de galería”, como claramente lo demuestra el Inventario Nacional de Humedales (Dix y Fernández, 2001). Sin embargo, la Constitución Política de Guatemala (Guatemala, Corte de Constitucionalidad, 2005) en el artículo 126 establece que los bosques y vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de agua, gozarán de especial protección; este tipo de bosque no se menciona de forma explícita en la Ley Forestal Guatemalteca (Guatemala, 1996).

Según Malanson (1993) bosque de galería es más específico para pequeñas zonas con vegetación de ribera en climas semiáridos, mientras que el término bosque de ribera es más genérico y adecuado pues permite involucrar a todos los tipos de bosque en el área.

#### **d. Corredor de ribera**

Espacio que está representado por una línea que se extiende por ambos márgenes de todo río y que se diferencia en composición florística y estructura de las áreas contiguas, estos espacios contienen un alto nivel de diversidad ecológica. (Sánchez, 2001) está relacionado con la zona de ribera con vegetación que conecta las partes altas de las cuencas hasta las desembocaduras con los océanos y que ha sido el enfoque de diversas discusiones teóricas y estudios de diversa naturaleza (Malanson, 1993; Tabacchi et al., 1998; Winward, 2000).

También se pueden definir como zonas a lo largo de los arroyos y ríos, que tiene una flora y fauna distinta a las áreas circundantes (Lowrance et al., 1985).

#### **e. Llanura de inundación**

Se habla de dos tipos de llanura de inundación: hidrológica o tierra adyacente al flujo base del canal, ubicada por debajo de la elevación de la terraza de la ladera; topográfica o tierra adyacente al canal incluyendo tanto llanura hidrológica como otras tierras por encima de un nivel definido por un caudal pico definido por un determinado período de retorno (FISRWG, 1998).

### **B. Ecología de la zona de Ribera**

#### **a. Importancia ecológica, física y socioeconómica de la zona de ribera**

La vegetación de tipo ripario tiene características particulares, como lo son la capacidad de soportar inundaciones temporales e invadir rápidamente áreas expuestas o bancos de grava. Por lo tanto presenta una importancia ecológica como ecosistemas que proveen

de un hábitat a invertebrados, que a la vez son la fuente de alimento de la fauna acuática y terrestre de la zona árida. Mantiene el hábitat de peces y otros tipos de fauna acuática por medio de la moderación de la temperatura del agua. Provee hábitat para los organismos terrestres.

Proporciona estética con la belleza escénica de los corredores. Ofrece oportunidades recreativas y educativas. (Lovett y Hurgan, 1998, Malanson, 1993, Bren, 1993; Deng y Singh, 2002; Gregory et al., Lowrance et al., 1998; Naiman et al., 2000; Welty et al., 2002). Debido a su propiedad de regulación de los contenidos de nutrientes, la zona ribereña suele denominarse como zona buffer o de amortiguamiento (Altier et al., 2002). La eficiencia en dicha capacidad amortiguadora de la contaminación originada en zonas aledañas se ve reducida por la geomorfología local (Tabacchi et al., 1998) y por la cantidad significativa de agua subterránea que conecta la ladera con el río sin pasar por el área ribereña (Lowrance et al., 1998). La regulación de la temperatura del río se logra debido al enfriamiento por evapotranspiración de la vegetación de la ribera, fenómeno que es más abundante cuando ésta es un bosque (Tabacchi et al., 1998). Las zonas ribereñas o de ribera son importantes para el cauce fluvial por muchas razones y entre ellas, el que sirven para almacenar y regular los caudales pico transportados por el ecosistema de ribera (Brookes y Shields, 2001). Los desechos producidos por el bosque de ribera aportan a los cauces de los ríos de hábitats para la biota acuática (Tabacchi et al., 1998). Estos tipos de servicios dan como resultado el mantenimiento de la calidad del agua y proveen protección contra inundaciones y la erosión.

Socioeconómicamente su importancia radica en que sirve como filtro del río y los ambientes adyacentes. Impide del flujo de insumos agrícolas como los compuestos orgánicos, agroquímicos, y desechos agropecuarios. La desnitrificación es el mecanismo más importante para la remoción de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) en zonas riparias. La desnitrificación se da en donde el flujo de agua subterráneo es rica en nitratos, cerca de las zonas agrícolas el agua subterránea tiene una alta concentración de nitratos, estos llegan a una interfase redox asociada asociadas con altas cantidades de carbono orgánico disuelto. Transporta y remueve fósforo y nitrógeno y otros nutrientes que pueden provocar eutricación en ecosistemas acuáticos

Importancia física: Amortigua algunos procesos de sedimentación de los lechos de los ríos. Transporta sedimentos. Estabiliza bancos. Reduce la erosión del cauce.

### **C. Escalas para el estudio de la zona de ribera**

#### **a. Escala temporal y espacial**

La vegetación de ribera es una variable de estado, que puede ser tanto dependiente como independiente de las interacciones con el medio, por lo que los estudios se llevan a cabo en distintas escalas espaciales y temporales en función de los procesos a evaluar (Simón et al., 2004). Las amplias diferencias de escala hacen difícil generalizar sobre las funciones del ecosistema de ribera y sus condiciones de hábitat sin condicionar los postulados al tamaño de las zonas (Brinson y Verhoeven, 1999).

Los efectos de los factores ambientales en la vegetación a lo largo de los paisajes ribereños pueden diferir en relación a la escala. Así, una inundación puede ser vista como un evento moderado a la escala de la vegetación pionera, mientras que a la escala del corredor de ribera, dicho evento puede influir significativamente en el desarrollo a medio plazo de la vegetación (Tabacchi et al., 1998). Las amplias diferencias de escala hacen difícil generalizar sobre las funciones del ecosistema de ribera y sus condiciones de hábitat sin condicionar los postulados al tamaño de las zonas (Brinson y Verhoeven, 1999).

Básicamente, los estudios de efectos a gran escala provenientes de alteraciones hidrológicas pueden tomar tres direcciones: el efecto a escala de cuenca, las diferencias entre áreas de cuencas y cambios con el tiempo (Nilsson y Bergren, 2000).

Son necesarios los estudios a múltiples escalas, acoplando los factores regionales y locales en las tres dimensiones espaciales, a modo de entender más sintéticamente y modelar los procesos biogeoquímicos y vegetales dentro del paisaje río, zona de ribera, ladera a nivel de cuenca.

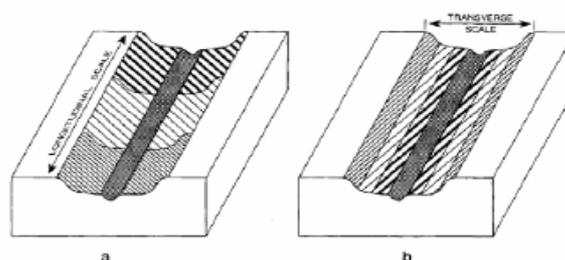
Terradas (2001) señala que para el desarrollo de modelos con base en jerarquías de escala, deben considerarse fases como las siguientes: a) Detectar pautas a escala geográfica; b) establecer una tipología de situaciones y estratificación para muestreos en campo; c) obtener variables de campo significativas, que caractericen el comportamiento eco fisiológico de los tipos reconocidos; construir modelos de abajo arriba para los funcionamientos de los distintos tipos; d) confrontar los resultados con las pautas geográficas conocidas.

### **b. Escala transversal y longitudinal de la ribera**

Richards et al., (2002) proponen una representación jerárquica para diferenciar los distintos procesos en los que se relacionan la vegetación, la hidráulica y la morfología de cauces, así como las escalas de trabajo para abordar su estudio, destacando la escala de ribera en sus dimensiones espacio – temporales para el estudio de procesos de la dinámica de comunidades o grupos vegetales en relación con la influencia del régimen hídrico del río.

Dos referencias fundamentales para el entendimiento de las escalas de estudio de la zona de ribera son las de Baker (1989) referidos a procesos en escalas pequeñas, y Bendix (1994), referido más específicamente a la interacción vegetación-ambiente según diversas escalas, direcciones y patrones (Morales, 2006).

Bendix (1994) sugiere utilizar una aproximación no jerárquica para la comparación escalar. La escala o eje longitudinal de la ribera es evidente a escalas pequeñas de mapas (típicamente en kilómetros) mientras que la escala o eje transversal de la ribera a escalas grandes de mapas (típicamente en metros). Ambas escalas o ejes influyen en la textura resultante del patrón de vegetación y en su orientación (Figura 3).



**Figura 3** Patrones potenciales de vegetación, resultantes de la dominancia de la escala longitudinal (a) o la escala transversal (b) para las variables ambientales. Tomado de: Bendix (1994)

Todas las propuestas en torno a los ejes o escalas transversal y longitudinal de la zona de ribera, apuntan a encontrar los gradientes de vegetación como respuesta a un determinado factor ambiental (topografía, tipo de suelo, humedad, entre otros).

## D. Vegetación de ribera

### a. Clasificaciones de la vegetación de ribera

La mayoría de clasificaciones de vegetación de ribera usan áreas de muestreo entre los 4 y los 400 m<sup>2</sup> (Coles-Ritchie et al., 2004; Pabst y Spies, 1999; Stromberg et al., 1996; Veneklaas et al., 2005). Coles-Ritchie et al., (2004), demostraron que hay dificultades de replicación exacta en campo del método de monitoreo de vegetación de ribera de Winward (2000) y que a pesar de las variabilidades, es posible detectar grandes cambios (mayores del 20%). Dieck y Robinson (2004) y Rasmussen et al., (2000) se auxilian del mapeo de la ribera mediante un sistema de clasificación o el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG) y la morfología de la zona. Suárez et al., (2002) proponen clasificar la ribera en función de un índice de calidad del bosque.

Enfocados en el análisis estadístico (mayormente análisis de correspondencias canónicas) de la relación entre la dinámica florística de la vegetación de ribera y factores abióticos o

que tienen visión de comunidad vegetal filogenética, se encuentran los estudios de Aguiar et al., (2000), Baker y Walford (1995), Bernez et al., (2004), Capon (2003), Chauhan y Gopal (2005), Drezner et al., (2001), Ferreira y Moreira (1999), Karrenberger et al., (2002), Sánchez Rodríguez (2001), Rodríguez-González et al., (2004) Stave et al., (2005), Tabacchi y Planty-Tabacchi (2003), Veneklaas et al., (2005). En dicho contexto y referido a la vegetación de ribera en paisajes agrícolas del Mediterráneo están los de Corbacho et al., (2003) y Ferreira et al., (2005).

### **i. Tipo funcional de vegetación**

Las unidades funcionales más comúnmente empleadas han sido los tipos funcionales de vegetación (TFV). Este término fue acuñado por Smith et al., (1993) y definido como *conjuntos de especies que muestran respuestas similares al ambiente que las rodea y efectos similares sobre el funcionamiento del ecosistema*. Es importante buscar una clasificación por “tipos de comunidad” utilizando especies “ecológicamente equivalentes”, ya que las diferencias taxonómicas, no siempre son útiles para entender la función del ecosistema de ribera (Coles-Ritchie et al., 2004).

Los tipos funcionales de vegetación reducen la complejidad de la diversidad de especies a unos tipos de plantas clave, agrupando especies con funcionamiento similar independientemente de su filogenia. Las estructuras pueden ser árboles, arbustos, hierbas; las funciones pueden ser tipos de procesos fotosintéticos, capacidad de minimizar pérdidas de agua y cambiar el tiempo de crecimiento (Smith et al., 1997).

Al igual que los tipos funcionales de vegetación pueden ser definidos de acuerdo con diferentes dimensiones funcionales (tasas de crecimiento relativo y fijación de nitrógeno, entre otros), los ecosistemas funcionales también pueden ser definidos de acuerdo con los intercambios de energía (por ejemplo, estacionalidad y variabilidad interanual de la fracción de radiación fotosintéticamente activa), agua (por ejemplo, evapotranspiración potencial), nutrientes (por ejemplo, pérdidas de nitrógeno) y carbono (por ejemplo, estacionalidad y variabilidad interanual de la productividad primaria) (Allen, 1992).

Un sólido criterio de clasificación por tipos funcionales de vegetación consiste en separar aquellas especies que dependen en gran medida del agua de la zona saturada para su transpiración: *freatofitas obligadas* son las que envían sus raíces hacia o debajo de la zona capilar para usar exclusivamente agua subterránea (Horton et al., 2001; Lite y Stromberg, 2005; Snyder y Williams, 2000); las *freatofitas facultativas* son las que pueden sobrevivir en ambientes de tierras altas y usan el agua subterránea de forma oportunista (Horton et al., 2001; Snyder y Williams, 2000). Webb y Leake (2006) señalan dos tipos de vegetación de ribera: las *obligadas*, que dependen de un abastecimiento de agua durante todo el año, y las *facultativas* que pueden vivir tanto en ambientes ribereños como en laderas más áridas. Brookes et al., (2000) identifican tres tipos básicos con base en el hábito de crecimiento de las plantas, su profundidad radicular y su longevidad y estacionalidad: *herbáceas*, *arbustivas* y *freatofitas*. Welsch (1991) propone los criterios de posición en el dosel y ubicación respecto al cauce para la clasificación en: especies *herbáceas* del dosel bajo, especies *arbóreas de hoja ancha* y especies *coníferas*. Baird y Maddock III (2005), Maddock III y Baird (2003), Stromberg et al., (1996) proponen cuatro grupos funcionales de vegetación de ribera, con base en sus tasas de transpiración, profundidades radicales, y los rangos de tolerancia de escasez o exceso de agua subterránea. *Obligadas de humedal*: requieren de suelos en condiciones de saturación o agua permanente (herbáceas con raíces superficiales); *Ribereñas de raíz poco profunda*: herbáceas con limitada tolerancia a períodos extensos de saturación del suelo; *Ribereñas de raíz profunda*: freatofitas intolerantes a la sequía y tolerancia estacional limitada para períodos extensos de saturación; *Ribereñas de Transición o facultativas*: especies que no dependen estrictamente de nivel freático somero pero con requerimientos de agua que exceden a los de especies de ladera aledañas.

Terradas (2001) recomienda hacer una clasificación pragmática y relativamente sencilla. Indica cuatro tipos básicos de clasificaciones funcionales:

l) grupos emergentes, o grupos de especies que reflejan correlaciones naturales de atributos biológicos (desde aspectos de su ciclo de vida hasta aspectos de regeneración), pero no están relacionados directamente con funciones ecosistémicas y sus mecanismos; se parte de clasificaciones fisionómicas para encontrar correlaciones con rasgos

funcionales, como tasa de crecimiento, tamaño de semilla y tamaño de la planta, por ejemplo.

II) Estrategias, compartidas por especies que tienen atributos similares que se interpretan como adaptaciones a pautas particulares en el uso de recursos.

III) Tipos funcionales estrictos, grupos de especies sin parentesco filogenético que tienen papeles similares en los procesos ecosistémicos, respondiendo de forma parecida a múltiples factores ambientales; para su construcción se hace una preselección subjetiva de rasgos sobre la base de conocimientos del experto y luego un análisis de correlación con gradientes ambientales.

IV) Grupos específicos de respuesta, con especies que responden de forma similar a factores ambientales específicos; trabajo con criterios regionales o de paisaje, en donde los efectos de las perturbaciones son fundamentales, haciendo tipologías en las que la respuesta a estas perturbaciones sea lo decisivo.

Terradas (2001) señala como atributos de tipos funcionales de vegetación asociados a cambios ambientales en los suministros de agua los siguientes: el tamaño y el índice de área foliar (crecimiento/competencia por agua total); fenología del crecimiento, duración y características de las hojas, reservas de agua y profundidad de raíces (por estacionalidad en suministros de agua); capacidad competitiva, biomasa y producción (distribución de agua en profundidad); umbral (resistencia a la sequía según un cierto grado de frecuencia del evento). Para el caso de la ribera, existen ya varias propuestas de tipos funcionales de vegetación en función del hábito de crecimiento, la fase de desarrollo, la morfología y las tasas de transpiración (Baird y Maddock III, 2005; Brookes et al., 2000; Williams et al., 1998).

## **ii. Estudios florísticos y dinámica de comunidad vegetal**

De acuerdo con Crawley (1997), la comunidad vegetal consiste simplemente de todas las plantas que ocupan una superficie definida por el ecólogo en función de los propósitos de su estudio. Para Terradas (2001), comunidad es un término de conveniencia que suele

emplearse para designar conjuntos de plantas coexistentes en un área, desde la más simple agregación de un solo estrato hasta la más compleja; así, la comunidad estará formada por todos los organismos que se encuentran en la parcela escogida por el ecólogo, o bien tendrá un carácter más abstracto suponiendo que la comunidad concreta estudiada es representación de un tipo.

La comunidad vegetal presenta una organización espacial, que corresponde a la distribución horizontal de individuos y vertical de hojas, troncos y raíces de las distintas especies, lo que está determinado por cómo se distribuyen los recursos y las respuestas de las plantas a niveles morfológicos y poblacionales. La forma de ocupar el espacio en el sentido horizontal depende del crecimiento individual y de la manera de reproducirse. La estructura temporal de la vegetación responde a su fenología -hojas caducas, floración, etc.- (Terradas, 2001).

Una de las preguntas fundamentales sobre la naturaleza de las comunidades vegetales es la forma en que las especies responden a gradientes en condiciones ambientales.

### **iii. Especies indicadoras**

La fidelidad, es una expresión de la medida en que una especie es diagnóstica de una determinada comunidad o conjunto de comunidades y esta restringida a estas. Braun Blanquet, usa la fidelidad como uno de los criterios clasificación, reconociendo cinco tipos de especies por su fidelidad:

- a) Exclusivas: completa o casi completamente confinadas a una comunidad.
- b) Selectivas: se les encuentra con más frecuencia en una comunidad, pero también raramente en otras.
- c) Preferentes: presentes más o menos abundantemente en varias comunidades, pero predominan o tienen mejor vitalidad en una de ellas.
- d) Indiferentes: sin afinidad pronunciada por ninguna comunidad.
- e) Diferenciales: tienen importancia en la diferencia precisa, especialmente de las asociaciones o subasociaciones con pocas o ninguna especie características.

## **b. Análisis de datos**

Se dispone de dos procedimientos para estructurar los datos provenientes de comunidades vegetales con el fin de simplificarlos: la clasificación y la ordenación. La clasificación consiste en dividir el sistema multidimensional en comportamientos o células, en los cuales se ubican los puntos que presentan mayor similitud entre si. La ordenación consiste en reducir el número de ejes de variación, simplificando el espacio multidimensional hasta obtener un sistema con el menor número de ejes posibles que contengan la mayor parte de la variación. (Gauch, 1982, Matteucci, 1982, Vargas, 1999)

### **i. Ordenación**

La ordenación permite establecer secuencias o gradientes al disponer los individuos (muestras o atributos) a lo largo de ejes de variación continua. La ordenación se utiliza como una herramienta matemática para reducir la dimensionalidad del espacio vegetacional, en el cual, las relaciones matemáticas se determinan a partir de los datos vegetacionales y se refieren a los individuos ordenados. Este es el tipo de ordenación taxométrica. La ordenación también puede utilizarse para encontrar relaciones entre las variaciones de la vegetación y los gradientes o patrones ambientales, es decir relacionar el espacio vegetacional con el espacio ambiental. Esta es la forma de ordenación ecológica.

Entre los tipos de ordenación se encuentran el análisis directo y el análisis indirecto, según los ejes de ordenación sean internos o externos. El análisis directo busca el ordenamiento de los individuos (muestras o atributos) sobre ejes que expresan variaciones ambientales conocidas y aceptadas. El análisis indirecto busca la obtención de ejes a partir de los datos vegetacionales, estos ejes internos que representan direcciones principales de variación, pueden expresar gradientes ambientales o no, según el enfoque de ordenación que se aplique. (Gauch, 1982, Matteucci, 1982, Vargas, 1999).

## ii. Clasificación

La clasificación consiste en agrupar las muestras o especies según sus características o preferencias. Las técnicas de clasificación son de dos tipos aquéllas que asignan individuos o clases ya existentes y, aquellas que crean las clases a partir de la información. Dado que hasta la fecha no se ha establecido un sistema de clasificación universal de la vegetación, las técnicas empleadas son del segundo tipo.

Algunas técnicas permiten obtener clases de igual jerarquía, en cuyo caso la clasificación es reticulada. Otras técnicas estructuran las clases de manera que algunas tienen mayor rango y cada una de ellas engloba varias de menor orden, esta es una clasificación jerárquica. Según el procedimiento utilizado en la formación de las clases, las técnicas pueden ser divisivas o aglomerativas.

Las técnicas divisivas comienzan con la población completa y por subdivisiones sucesivas se van formando grupos cada vez más pequeños. En cambio, las técnicas aglomerativas, comienzan con los individuos, los que se combinan por su semejanza hasta agotar las posibilidades de combinación o hasta que no queden individuos aislados. Cuando se busca la similitud entre individuos, se toma en cuenta la cantidad de características que intervienen en la formación de clases, con esto, las técnicas monotéticas que sólo pueden ser divisivas (las técnicas monotéticas aglomerativas resultan triviales, utilizan una característica en cada subdivisión. En cambio las técnicas politéticas emplean una función de semejanza basada en el conjunto de características (Matteucci, 1982, Vargas, 1999).

En estudios de la vegetación, los individuos a clasificar pueden ser muestras de vegetación o atributos (especies, formas de vida, etc.) En el primer caso los datos que se manejan son relaciones entre muestras en una matriz directa (Q), la técnica de clasificación es autoestructurante o normal. En el segundo caso, la entrada (input) es una matriz indirecta (R) y la técnica de estructuración transpuesta (Matteucci, 1982, Vargas, 1999). Los caracteres concretos a la comunidad, referentes a las especies, que pueden aplicarse directamente al análisis fitosociológico son: a) los de naturaleza cuantitativa:

número de individuos (abundancia) y densidad; grado de cobertura, volumen y peso (dominancia); forma de agrupación (sociabilidad) y distribución; frecuencia. b) los de naturaleza cualitativa: estratificación, vitalidad, fertilidad y periodicidad (Braun-Blanquet, 1979). Para la división del área de comunidades forestales, se utilizan los nombres de las especies arbóreas predominantes de la comunidad, para clasificar los bosques en tipos forestales. Esto puede lograrse utilizando fotografía aérea de escala media (1:10,000 a 1:30,000) en combinación con comprobaciones de campo.

### **iii. Análisis multivariable**

El análisis multivariable es la rama de la matemática que trata del examen simultáneo de numerosas variables, considerándolas como un todo, esto con el propósito de resumirlas y mostrar su estructura. Los estudios que parten del registro u observación de numerosas variables o características en cierto número de sitios, pueden tabular los datos en una matriz primaria, la cual tiene una estructura de doble entrada, de tal forma que las variables se colocan en las hileras y los sitios en las columnas. En general el análisis multivariable se justifica cuando los datos se pueden arreglar en una matriz de doble entrada, dicha matriz tienen un tamaño mínimo de 10 x 10 o 15 x 15 variables (con menos variables, probablemente los diagramas de dispersión son más provechosos), las propiedades de los datos y los supuestos de la técnica multivariable concuerdan. (Matteucci, 1982, Vargas, 1999).

### **iv. Método multivariable**

En la fitosociología la ordenación es el término colectivo de las técnicas de análisis multivariables, el cual arregla sitios-especies a lo largo de ejes de variación con base en los datos de composición de especies. Según Gauch (1982) los principales métodos de ordenación existentes son los promedios ponderados, ordenación polar, análisis de componentes principales, análisis de correspondencias, análisis de correspondencias mejorado y el análisis canónico de correspondencias. Hill (1979) creó el software

necesario para realizar estudios fitosociológicos en base a análisis multivariados, a través del análisis de correspondencias mejorado (DECORANA).

#### **v. Detrended correspondence analysis (DECORANA)**

Este método de análisis multivariable es una versión mejorada de los promedios ponderados y el análisis de correspondencias. El método de los promedios ponderados se utiliza cuando la comprensión inicial del investigador sobre el tema es mínima, la desventaja es que es un elemento subjetivo y define solamente un gradiente. Una modificación a esta técnica fue denominada inicio de iteración, para el cual, el investigador no pondera los sitios, sino que la ordenación de las calificaciones se realiza a través de un procedimiento computacional que produce una solución única.

Por otro lado, el análisis de correspondencias en una técnica que emplea distancias basadas en pruebas de Chi-cuadrado, y los pesos para las muestras o sitios son proporcionales al total de sitios similarmente, los puntos de las variables son ponderados por el total de las variables. El análisis de correspondencias ordena los sitios y las variables simultáneamente, los valores de ordenación de las variables son promedios de los valores de ordenación de los sitios. Recíprocamente, los valores de la ordenación de los sitios son promedios de los valores de ordenación de las variables.

En el análisis de correspondencia, se obtienen por medio de un algoritmo de iteración directa para tantos ejes como se requiera, los cuales presentan valores característicos decrecientes. Este análisis suele presentar dos inconvenientes. El primero es el efecto de arco, en el cual el segundo eje puede ser solo una distorsión cuadrática del primero, este problema se prolonga de manera que el tercer eje es una distorsión cúbica y así sucesivamente. El segundo, es que los extremos del primer eje aparecen comprimidos con relación a su parte media, por ello, una distancia dada de separación en la ordenación, carece de significado consistente en términos de diferencias implícitas entre sitios. El análisis de correspondencias mejorado está basado en el análisis de correspondencias, pero corrige sus dos problemas. (Gauch, 1982, Vargas, 1999).

## vi. Two way indicador análisis (TWISPAN)

TWISPAN es una técnica multivariable de ordenación jerárquica, politética y divisiva, la cual inicia la ordenación de los datos por medio del análisis de correspondencias, luego, las variables que caracterizan a los extremos del eje de ordenación se enfatizan con el fin de polarizar los sitios o muestras los cuales se dividen en dos grupos por medio de la ruptura del eje de ordenación en su parte media.

TWISPAN tiene las ventajas: primero, debido a que es politético y divisivo, es más efectivo, segundo, analiza especies y muestras a la vez en forma integrada, tercero utiliza completa la información original, cuarto produce dendrogramas de mayor claridad, y quinto, presenta requerimientos de computación mínimos, lo que permite el análisis de matrices primarias mucho mayores sin problemas (Gauch, 1982; WISPAN, 1979).

## E. Interacción agua, suelo y vegetación

El agua se mueve verticalmente hacia arriba en las plantas debido a que el potencial hídrico total de sus hojas se vuelve negativo cuando hay pérdidas por transpiración. El agua se mueve del suelo a las raíces y de allí a las hojas mediante el tejido vegetal denominado "xilema"; la tasa de movimiento de agua no se puede predecir a partir de la diferencia del potencial hídrico, a menos que se conozca la resistencia hidráulica, es decir, la medida de la resistencia por fricción impuesta por las vías de paso del agua (Crawley, 1997).

Actualmente la variable más utilizada para describir el estado hídrico de las plantas y del suelo es el *potencial hídrico*, definido como la diferencia entre el potencial químico (o energía libre) por mol de agua y el potencial químico del agua pura a iguales condiciones de presión y volumen. Se mide en unidades de energía (joules por mol) o de presión (MPa o Joules por volumen de agua), pero a veces en peso unitario, por lo que sus unidades son de longitud (Laio et al., 2001; Porporato et al., 2001; Terradas, 2001).

El potencial hídrico total,  $\Psi$ , generalmente se usa para caracterizar y comparar los niveles de energía del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. Depende de cuatro componentes de diversa importancia:

$$\psi_{suelo} = \psi_m + \psi_s + \psi_g + \psi_p$$

Donde  $\psi_m$  representa el potencial mátrico producido por la capilaridad y las fuerzas de la tensión superficial,  $\psi_s$  representa el potencial osmótico producido por los solutos en el agua del suelo,  $\psi_g$  representa las fuerzas gravitacionales operando sobre el agua del suelo y  $\psi_p$  se refiere a la presión externa que a menudo se desprecia por ser cercana a la atmosférica en la zona radicular (Kramer y Boyer, 1995).

#### **a. Importancia del régimen hídrico del río para la zona de ribera sequía e inundaciones**

La estructura y funcionamiento de los bosques de ribera está condicionada por el doble gradiente que se establece en sentido transversal al cauce: por un lado, la disponibilidad de agua aumenta hacia el río, pero también lo hace la probabilidad de sufrir las perturbaciones asociadas a las crecidas (inundación, rotura de ramas y troncos, erosión del suelo, etc.). Ello hace que la vegetación se estructure en bandas paralelas al cauce, donde las especies se sitúan en función de sus requerimientos hídricos y su tolerancia a la perturbación.

Este tipo de vegetación está sometido de manera natural a una fuerte dinámica ocasionada por la influencia del agua, esta influencia se puede manifestarse ya sea por una reducción de los caudales que causa la muerte de los individuos, o por la avenida de una crecida que ocasiona destrucción de la vegetación.

Estas características hacen que los bosques de ribera se presenten como un conjunto muy heterogéneo, formando normalmente masas vegetales que se encuentran espaciadas e irregularmente distribuidas, existiendo alternancia de especies o combinaciones de asociaciones vegetales, que pueden cambiar en distancias cortas.

## **b. Agua en el suelo y su uso por las plantas o distribución vertical de agua**

Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran naturalmente por debajo de la superficie de la Tierra, ocupando espacios vacíos de las rocas o suelos. Las zonas por donde se puede desplazar el agua dentro del suelo, se divide en general en dos:

- zona de aireación
- zona de saturación.

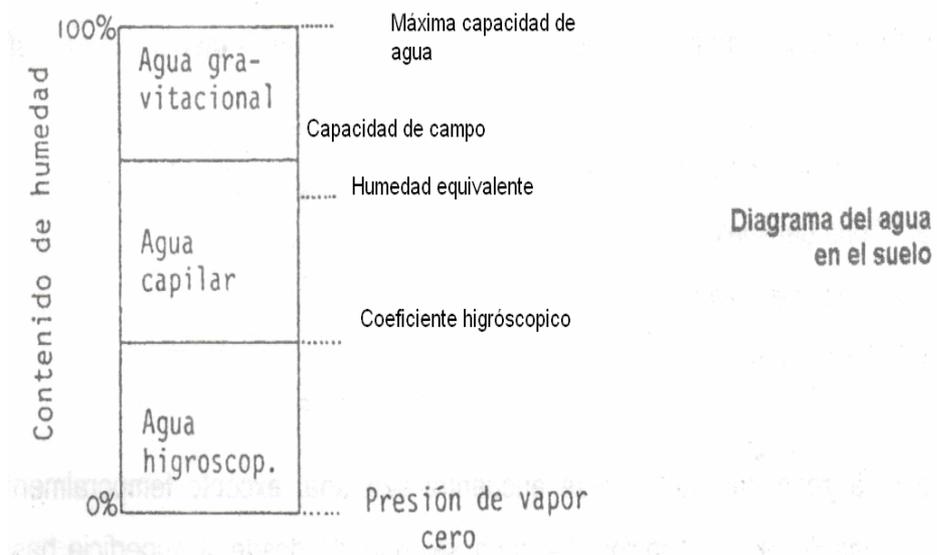
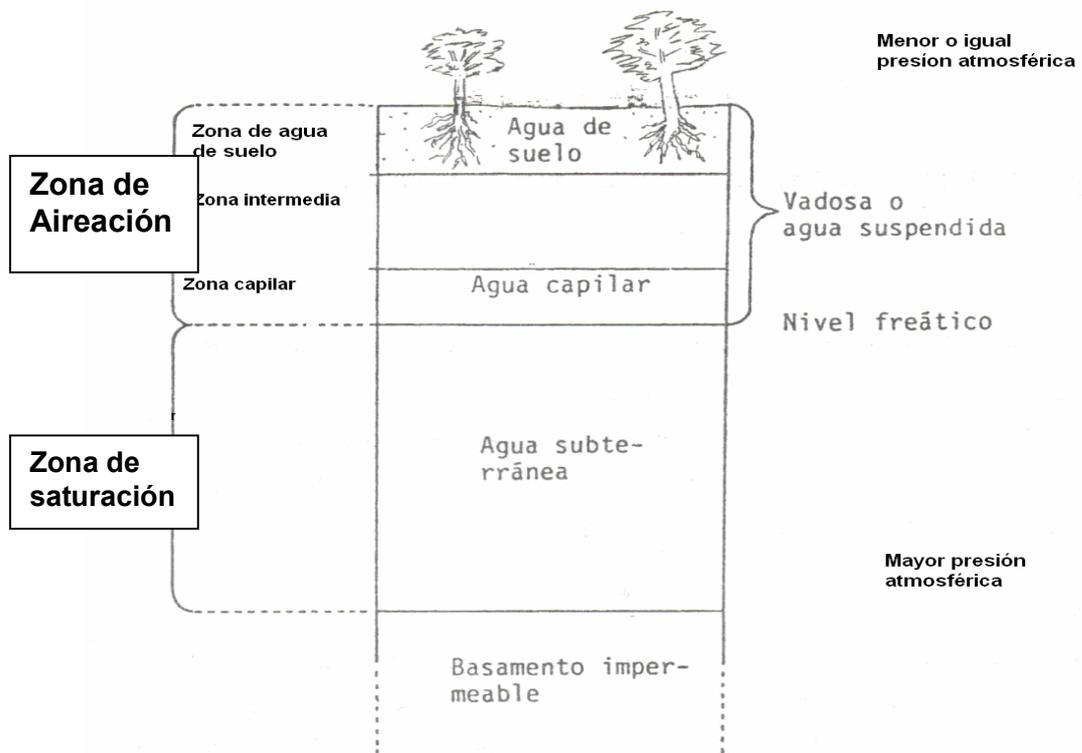
### Zona de aireación

Es la zona entre la superficie del terreno y el nivel superior del agua subterránea, llamada también *zona no saturada*. En esta zona los intersticios están ocupados parcialmente por agua y por aire, pero el agua está sostenida en las partículas del suelo o roca por fuerzas capilares, por lo que es recomendable utilizar el término de *zona vadosa*. Esto se debe a que porciones de la zona vadosa pueden encontrarse realmente saturadas aun y cuando la presión del agua es menor a la atmosférica.

La zona de aireación se puede subdividir en tres:

- a.1 Zona del suelo
- a.2 Zona intermedia
- a.3 Zona capilar.

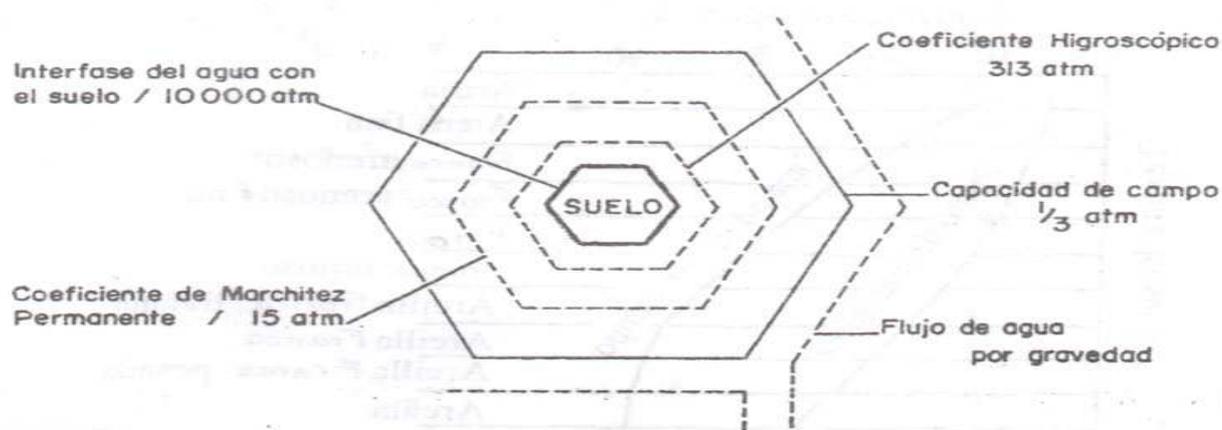
a.1 La zona del suelo no se encuentra saturada, excepto temporalmente durante algunas lluvias o irrigación. La zona se extiende desde la superficie hasta la zona principal de raíces de las plantas. Su espesor varía con el tipo de suelo y vegetación. El suelo debe entenderse como la masa mineral no consolidada donde se desarrollan las raíces de las plantas y existen espacios porosos con aire y/o agua.



**Figura 4** Distribución vertical del agua subterránea. Tomado de: Manual de hidrología. Herrera, II 1995.

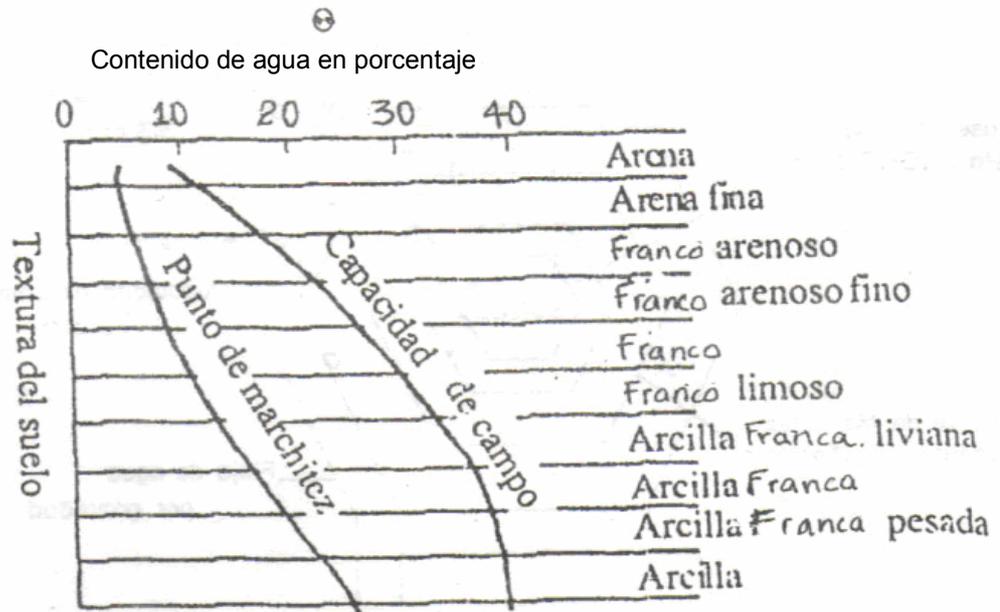
El agua del suelo supe la humedad a las raíces de las plantas y esta cambiando continuamente su concentración, estando en relación con los espacios porosos. El agua es retenida en los suelos debido a fuerzas de absorción de las partículas de materia orgánica y de los elementos inorgánicos, así como por las moléculas de agua que se suman a las fuerzas cohesivas de otras moléculas de agua adyacentes, dando por resultado delgadas películas de agua que se retienen fuertemente sobre la superficie de las partículas de suelo ( agua giroscópica), haciéndola relativamente inmóvil, mientras que estas delgadas películas al estar más separadas de la partículas del suelo, son más móviles ( agua capilar) y pueden desplazarse de partícula a partícula, tanto lateral como verticalmente. Al agregarse agua en la superficie del suelo, el agua emigra hacia abajo por la fuerza de gravedad. El agua queda distribuida totalmente a través del suelo en un periodo de dos a tres días (Herrera, 2002).

Los contenidos de agua a capacidad de campo se pierden por evaporación superficial y por la transpiración de las plantas, este último mecanismo es quizá el más importante en las pérdidas de agua en los acuíferos libres. Al removerse el agua de los poros por las raíces de las plantas, las películas de agua se hacen más delgadas y son más fuertemente retenidas por las partículas del suelo, a tal grado que las raíces de las planta no pueden extraer agua. En estas circunstancias, al agua retenida se le conoce como punto de marchitez permanente.



**Figura 5** Película de agua del suelo y las tensiones de retención. Tomado de: Manual de hidrología. Herrera, II 1995.

El contenido de agua de los suelos varía de acuerdo a la granulometría (textura). La cantidad o rango de agua disponible en el suelo (RAD), es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez. Este rango es pequeño en arenas y grande en cieno (depósitos de resto de organismos microscópicos) y arcillas.



**Figura 6** Contenido de agua de suelos basado en la textura. Tomado de: Manual de hidrología. Herrera, II 1995.

a.2 La zona intermedia se encuentra después de la zona de agua de suelo (después de las raíces) hasta el límite de la zona capilar. El agua en la zona está sostenida por fuerzas giroscópicas y capilares, y por lo general se encuentra a capacidad de campo excepto cuando hay exceso de agua gravitacional drenando hacia la zona saturada (en regiones húmedas y subhúmedas, y en aplicaciones de riego por gravedad o presión).

a.3 La zona capilar: se extiende desde la tabla de agua hasta el límite de la elevación capilar, que es variable dependiendo del tamaño de los poros del material y de la tendencia de las fluctuaciones del nivel freático. Mientras más pequeños sean los poros más subirá el agua por capilaridad, pudiendo alcanzar alturas de 30 a 300 metros en arcillas, de 0.3 a 1 metro en limos y de 3 a 10 centímetros en arenas gruesas (menos de

50 cm.). La diferencia de presión atmosférica es lo que marca la línea divisoria entre la zona saturada y la zona vadosa, siendo la presión de agua menor en la zona vadosa y la presión mayor en la zona saturada.

#### Zona de saturación

Zona que está limitada en su parte superior por una superficie de saturación (superficie freática o tabla de agua) o un estrato impermeable (acuífero confinado). No toda el agua que llena los intersticios de la zona saturada puede ser drenada por gravedad o bombeada de un pozo, ya que fuerzas moleculares y de tensión superficial retienen una porción del agua. Esta porción de agua retenida contra la gravedad se denomina “retención específica” ( $S_r$ ) y es la relación del volumen de agua que una roca puede retener ( $V_{ar}$ ), en contra del drenaje por gravedad, entre el volumen total de la roca ( $V_t$ ) y se expresa en porcentaje de la forma siguiente:

$$S_r = \frac{100\% \cdot V_{ar}}{V_t}$$

Donde:

$V_{ar}$  = volumen de agua retenido

$V_t$  = volumen total de la roca o del suelo.

La retención específica incrementa con la disminución del tamaño del grano del suelo o roca, de modo que una arcilla puede tener una porosidad de 50% con una retención específica de 48%.

Por otra parte la porción de agua que puede ser drenada por gravedad se llama “rendimiento específico” ( $S_y$ ). Es decir el rendimiento o producción específica, se define como el volumen de agua liberado ( $V_{a. d}$ ) por unidad horizontal de área y por unidad de descenso del nivel freático. El rendimiento específico se expresa en porcentaje:

$$S_y = \frac{100 \cdot V_{a. d}}{V_t}$$

Donde  $V_a$  = volumen de agua drenada

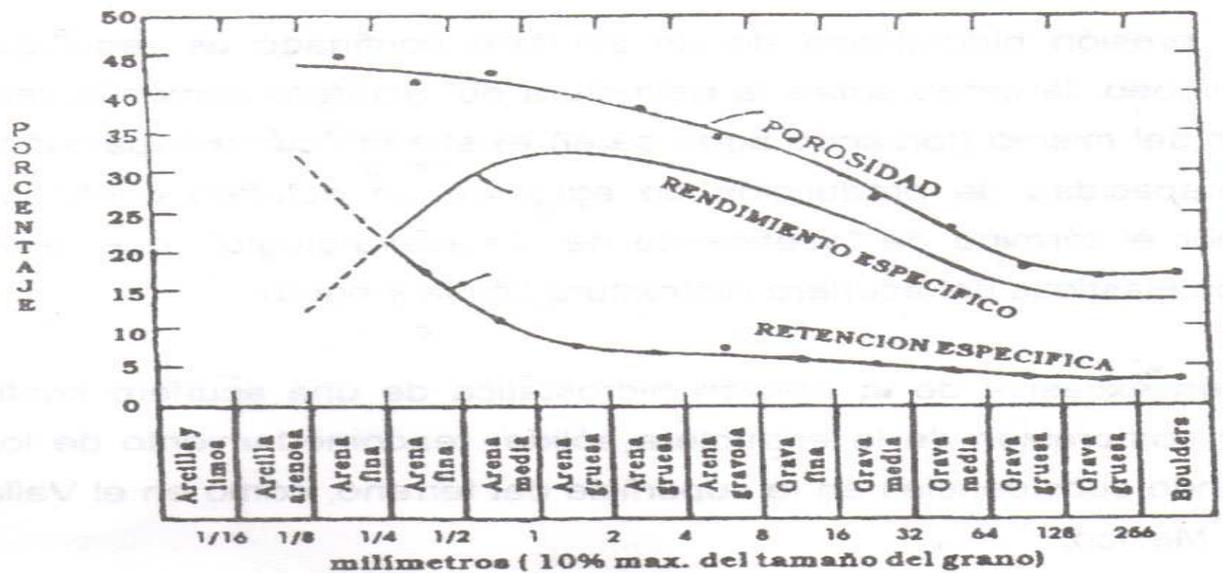
$V_t$  = volumen total de la roca o el suelo

Las moléculas de agua se sujetan a la superficie del suelo o roca debido a la tensión superficial del agua. Cuando la gravedad ejerce fuerza sobre una película de agua que rodea un grano mineral, algo de la película se desprenderá y fluirá hacia abajo. La película que permanece en el suelo será más delgada, con una tensión superficial más grande, de modo que eventualmente, la fuerza de gravedad será balanceada por la tensión superficial. Si dos muestras poseen similar porosidad, pero el tamaño del grano de una es más pequeño que la otra, la superficie de la muestra más fina será mayor. Como resultado, los granos más finos pueden retener más agua como humedad giroscópica (Herrera 2002).

**Cuadro 4** Producciones o rendimiento de retención específica en porcentaje de los materiales de los suelos

Material	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio
Arcilla	5	0	2
Arcilla arenosa	12	3	7
Limo	19	3	18
Arena fina	28	10	21
Arena media	32	15	26
Arena gruesa	35	20	27
Arena gravosa	35	20	25
Grava fina	35	21	25
Grava media	26	13	23
Grava gruesa	26	12	22

En general en materiales de granos limpios de arena y grava, el porcentaje de rendimiento específico ( $S_y$ ) es mayor que el de retención específica ( $S_r$ ), y en materiales finos como limos y arcillas, que tienen más porosidad, la  $S_r$  es bastante mayor que la  $S_y$ .



**Figura 7** Variaciones de rendimiento específico, retención específica y porosidad. Tomado de: Manual de hidrología. Herrera, II 1995.

Debido a que el rendimiento o producción específica representa el volumen de agua que una roca puede generar por drenaje gravitatorio, lo restante es la retención específica, siendo la suma de las dos igual a la porosidad  $n = S_y + S_r$

Fluctuaciones de niveles piezométricos en acuíferos confinados se deben primariamente a cambios de presión. En estos acuíferos los cambios en presión producen solo pequeños cambios en su volumen o almacenamiento (milímetros a centímetros). Así que la presión hidrostática del acuífero parcialmente soporta el peso de las capas superiores y la estructura sólida (esqueleto) del acuífero proporciona el resto del soporte.

Cuando la presión hidrostática de un acuífero confinado es reducida, como por ejemplo bombeo, la carga sobre la estructura del acuífero aumenta, resultando una compresión del mismo (forzando agua de él) existiendo cierta expansión y aporte de agua. La capacidad de producción de agua de un acuífero confinado se puede expresar por el término de "coeficiente de almacenamiento", que depende de las propiedades elásticas del acuífero (estructura sólida y agua).

La reducción excesiva de la presión hidrostática de un acuífero confinado puede causar por compresión de la estructura sólida, reacomodamiento de los granos de ella causando subsidencias en la superficie del terreno (Herrera, 2002).

### **i. Porosidad**

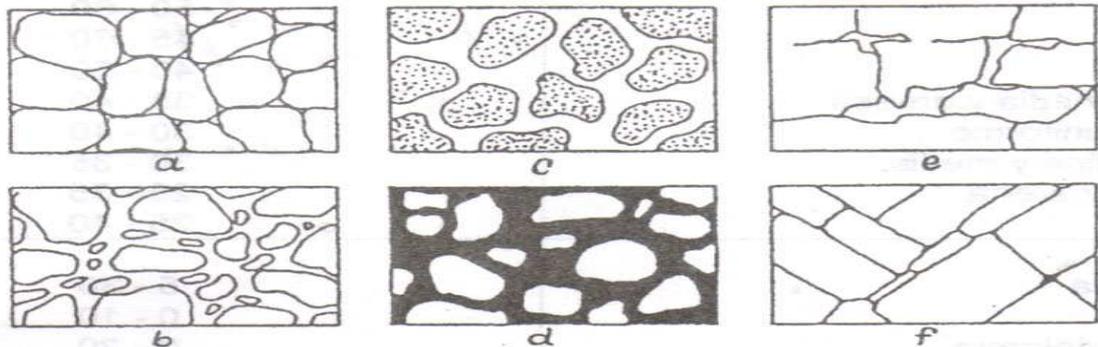
La porción de una roca o suelo no ocupado por material mineral sólido, puede ser ocupada por agua y/o aire. Estos espacios se conocen como poros o intersticios. Los intersticios se caracterizan por su tamaño, forma, irregularidad y distribución.

Los intersticios se dividen en primarios y secundarios.

- **Primarios:** son los que se formaron con la roca y corresponde a espacios vacíos entre granos, es decir, es la porosidad que esta asociada a la matriz de la roca o suelo.
- **Secundarios:** los que se desarrollaron después de la formación de la roca (fracturas grietas de disolución, etc.) Es decir es la porosidad secundaria que se presenta en rocas controladas estructuralmente por fallamiento (rocas volcánicas) o por disolución de rocas carbonatadas.

El tamaño de los poros puede ser:

- **Supercapilares** el agua puede moverse dentro de ellos.
- **Capilares** las fuerzas de tensión superficial sostienen el agua dentro de ellos.
- **Subcapilares** son tan pequeños que el agua es sostenida por fuerzas adhesivas.



**Figura 8 Relación entre textura y porosidad.** a. Depósito bien clasificado de alta porosidad. b. Depósito sedimentario mal clasificado de baja porosidad. c. Depósito sedimentario bien clasificado con fragmentos porosos. d. Depósito sedimentario cuya porosidad ha disminuido por precipitación ineral en los intersticios. e. Roca con porosidad originada por disolución. f. Roca con porosidad originada por fracturamiento (Meinzner 1923).

La porosidad de una roca o suelo es una medida de los intersticios que contiene. Se expresa como porcentaje de espacio vacío contra el total del volumen de la masa:

$$n = \frac{100\% \cdot V_a}{V_t}$$

$n$  = porosidad (adimensional,  $0 \leq n \leq 1$ ) y generalmente es de 0 a 60%.

$V_a$  = volumen de agua necesario para llenar los espacios vacíos.

$V_t$  = volumen total de la roca.

En el laboratorio la porosidad se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación

$$N = \frac{V_t - V_s}{V_t}$$

El volumen de sólidos  $V_s$  resulta de dividir el peso de la muestra seca por la densidad del suelo o roca. En general, gravas, arenas y limos compuestos por fragmentos angulares y redondeados tienen porosidades más bajas que suelos ricos en minerales arcillosos, y

depósitos mal clasificados tienen porosidades más bajas que los depósitos bien clasificados.

## ii. Contenido de agua

El contenido de agua de un suelo ( $w$ ), expresado en porcentaje, es el peso del agua contenida ( $W_w$ ) dividido por el peso total de la masa del suelo ( $W_s$ ):

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

## iii. Relación de saturación

Es la relación del volumen del agua contenida en el suelo ( $V_w$ ) con el volumen de espacios vacíos ( $V_v$ )

$$R_s = \frac{V_w}{V_v}$$

## iv. Contenido volumétrico de agua

Es el volumen de agua contenida en el suelo ( $V_w$ ) dividido el volumen total de la muestra del suelo ( $V_t$ ):

$$\Theta = \frac{V_w}{V_t}$$

## **v. Retención del agua en el suelo**

La función del agua del suelo en el manejo de los bosques es extraordinariamente importante porque un gran porcentaje de las tierras que son muy húmedas o muy secas para el uso agrícola, están relegadas a la silvicultura. El aprovisionamiento de humedad en los suelos determina en gran medida el tipo de árbol que puede cultivarse y, de esta manera, influye en la distribución de los bosques en todo el mundo. Los suelos que están abundantemente dotados de minerales son del todo improductivos si no tienen agua, pero incluso las arenas empobrecidas pueden sostener bosques razonablemente productivos si cuentan con la humedad adecuada (Herrera, 2002).

El agua tiende a moverse de una zona de alta energía libre a una de energía libre baja o sea, de un suelo húmedo a un suelo seco. Sin embargo, el grado de movimiento depende de las diferencias que existen en los estados energéticos (potenciales), entre dos zonas. Las fuerzas que afectan la energía libre del agua del suelo son la atracción de los sólidos del suelo por el agua mediante la adsorción y la capilaridad, llamada fuerza mátrica, y la atracción de los iones y otros solutos por el agua, dando como resultado las fuerzas osmóticas, y ambas tienden a reducir la energía libre de la solución del suelo. La gravedad es la tercera fuerza que actúa sobre el agua del suelo, tendiendo a moverla desde una parte alta hacia otra más baja. El potencial total del agua del suelo, por tanto, es la suma de las fuerzas mátrica, osmótica y gravitacional.

## **vi. Contenidos de humedad en el suelo**

Si la humedad disminuye a niveles muy bajos, la humedad remanente se liga bastante fuerte a las partículas del suelo de modo que no está disponible para las raíces de las plantas. El contenido de humedad del suelo al cual esto ocurre se le llama punto de marchitez. Las plantas se descoloran y pueden morir por la falta de humedad. Los valores de punto de marchitez varían de 2 a 25% de humedad. La capacidad de agua disponible de un suelo es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez (Herrera, 2002). Se puede entender como el contenido máximo de agua que

puede retener un suelo cuando la mayoría de los macroporos están ocupados por aire (Soil Conservation Service, 1964) y por tradición se le considera como el límite superior del contenido de agua disponible para el consumo de las plantas (Puricelli, 2003).

El punto de marchitez permanente (PMP) es el contenido de agua o presión de succión en el que las plantas no pueden extraer más agua para su transpiración y el agua del suelo es retenida principalmente por medio de fuerzas higroscópicas (Guymon, 1994; Soil Conservation Service, 1964).

Los contenidos de humedad (Capacidad de Campo y Punto de Marchitez) se determinan generalmente en el laboratorio y los valores son reportados en porcentaje, siendo necesario hacer la conversión a lámina de humedad, de acuerdo a la profundidad radicular y la densidad:

$$\text{Humedad (cm)} = \frac{\text{Porcentaje de humedad} \times \text{Profundidad Radicular} \times \text{densidad}}{100}$$

Dependiendo del tipo de planta se encuentra en el rango de entre -5 y -15 atmósferas (Guymon, 1994), pues hay variaciones considerables entre las diferentes plantas, pero en general el punto de marchitez permanente es menor para hierbas que para árboles, aún y cuando las hierbas llegan a condiciones de estrés antes que los árboles (Laio et al., 2001). Diversos autores (Kramer y Boyer, 1995; Puricelli, 2003; Terradas, 2001) coinciden en que cuando los potenciales matriciales del suelo llegan a -1.5 MPa (15 bar) se alcanza el punto de marchitez permanente. Sin embargo Laio et al., (2001) señalan que generalmente, en condiciones naturales el punto de marchitez para plantas de ecosistemas controlados por agua es sustancialmente menor que el valor -1.5MPa asumido para cultivos templados; así, valores típicos de PMP para plantas en ambientes semiáridos pueden alcanzar los -3MPa o incluso -5MPa.

En suelos muy secos, el potencial de agua ( $\Psi$ ) puede caer debajo del punto de marchitez permanente. En este punto el potencial hídrico del suelo es tan bajo que las plantas no pueden recuperar presión de turgencia aún y cuando cese su transpiración; esto se da

cuando el potencial hídrico del suelo es menor o igual que el potencial osmótico ( $\Psi_s$ ) de la planta. Dado que  $\Psi_s$  varía según las especies vegetales, el punto de marchitez permanente no es una propiedad exclusiva del suelo, sino que también depende de las especies vegetales (Taiz y Seiger, 1998).

En términos estrictos y puntuales el PMP no es una característica del suelo sino una cualidad que resulta de la evolución de las relaciones agua-suelo-planta (Puricelli, 2003).

### **vii. Permeabilidad**

La permeabilidad se define como la facilidad que presenta el suelo al paso del agua y del aire. Esta condicionada por los porcentajes de arcilla, el tipo de estructura y el contenido de humedad en el suelo. En caso de existir un horizonte argílico (claypán) o un horizonte petrificado como fragipán o duripán (talpetate), no hay permeabilidad a determinadas profundidades del suelo, reflejándose en las plantas una marchitez aun en época de lluvia.

También puede suceder que estos panes se encuentren superficialmente produciendo anegamientos y dando lugar a falta de permeabilidad superficial que impide la recarga a los acuíferos. Esta propiedad puede evaluarse cuantitativamente mediante pruebas de infiltración en suelos y se puede clasificar el suelo de acuerdo al rango de permeabilidad. Generalmente se dice que los suelos de textura fina son de permeabilidad lenta y los de textura gruesa de permeabilidad rápida (Herrera 2002).

**Cuadro 5** Permeabilidad de los suelos

Descripción de la permeabilidad	Rango, centímetros por hora	Clasificación
Muy lenta	Menor a 0.12	Lenta
Lenta	0.12 - 0.5	
Moderadamente lenta	0.5 - 02	
Moderada	2 – 6	Moderada
Moderadamente rápida	6 – 12.5	Rápida
Rápida	12.5 -25	
Muy rápida	Mayor a 25	

**Fuente:** Herrera 2002

#### viii. Curva de retención de humedad o curvas características de humedad

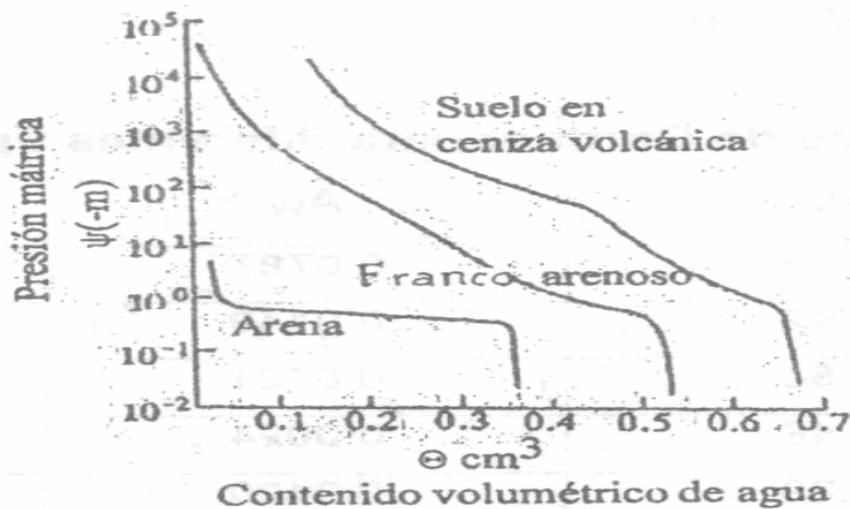
La relación entre la presión hidrostática ( $\psi$ ) y el contenido volumétrico de agua ( $\theta$ ). Se denomina la curva característica de humedad del suelo o curvas de retención, debido a que la curva es característica de cada suelo. La relación entre la succión y el contenido de agua es biunívoco, ya que el mismo terreno con la misma humedad puede presentar succiones diferentes en función de si está en proceso de humedecimiento o secado, y de la presentación de estos procesos anteriormente. A este hecho se le llama **histéresis**.

A menor carga de presión hidrostática, habrá menor humedad, y a mayor carga de presión, habrá menor conductividad.

En la zona saturada los poros son llenados de agua y el contenido de humedad es igual a la porosidad. En la zona no saturada, los poros están parcialmente saturados y el contenido de humedad es menor que la porosidad.

Las curvas características de humedad se pueden aproximar matemáticamente con diferentes funciones. La función propuesta por Gardner (1958) es posiblemente la más utilizada.

Los suelos de granulometría fina presentan mayor presión y contenido volumétrico de agua con respecto a los de textura gruesa (arena), que presentan menor presión y menor contenido volumétrico de agua.



**Figura 9** Curvas características de humedad de algunos suelos (Miyazaki 1993)

Las curvas de retención de humedad se pueden considerar como la “Huella Digital Hidráulica” del suelo, su forma está relacionada con diversas propiedades físicas y químicas. Las características de estas curvas son claves en el comportamiento del flujo de agua en la zona no saturada del suelo.

Las curvas de retención de humedad de indican la presión con que el suelo retiene distintos porcentajes de humedad, cada suelo retiene un porcentaje de humedad de acuerdo a sus propiedades de retención.

## 2.4.2 Marco Referencial

### A. Aspectos biofísicos del área

En el Nororiente de Guatemala, en porciones extensas de los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula se localiza la zona semiárida, que es única en Centroamérica y esta caracterizada como bosque subtropical muy seco o espinoso, rodeado al Norte por la Sierra de las Minas, al Sur por la montaña de Jalapa y al Este la sierra del Merendón. Con una extensión aproximada de 928 kilómetros, con altitudes que van desde los 140 a 560 msnm, (MAGA, 1996). Se encuentra ubicada al pie de la Sierra de las Minas, la región semiárida del valle del Motagua la cual sirve de barrera natural para la humedad proveniente del Atlántico, provocando la extrema condición seca de la región.

Denominado Valle del Motagua, con altitudes que van desde 180 a 300 msnm y es atravesado por el río Motagua, la zona semiárida describe una precipitación promedio anual entre 500 y 650 mm, humedad relativa entre el 60 y 72 % y la evapotranspiración potencial entre 600 a 800 mm anuales, mayor que la disposición promedio de precipitación, lo cual explica el déficit de agua. La temperatura promedio varía de los 22 a los 28 grados centígrados.

Las características del Valle del Motagua están altamente influidas por la sombra montañosa de la sierra que la circundan, la precipitación varía de 450 mm en el Rancho (200 msnm) a 3,000 mm anuales en la Sierra de las Minas, ubicada a elevaciones 2,500 a 2,800 msnm.

El Río Uyús y Río Hondo pertenecen al **Sistema de Sierra de las Minas (SM)**, esta región comprende dos sistemas montañosos, la Sierra de las Minas y la Sierra de Chuacús, incluye parte del pie de monte de estas montañas.

### **a. Ubicación geográfica del Río Uyús y colindancias**

En los municipios San Cristóbal Acasaguastlán (Progreso) y Usumatlán (Zacapa). Tiene sus cabeceras al este del paraje Pinal Ralo, Sierra de Las Minas. Corre de Norte a Sur. Recibe varios afluentes. Al Este de la aldea San Luís Buena Vista cambia su rumbo al Sureste. Atraviesa la aldea Cruz del Valle. Entre las cabeceras San Cristóbal Acasaguastlán y Usumatlán, al Sur del cerro Uyús descarga en el río Grande o Motagua que a partir de esta afluencia se le conoce sólo con el nombre genérico Motagua. Las coordenadas geográficas son: Lat. 14°56'25", long. 89°49'45", long. aproximadamente 24 kilómetros. El Cimiento 2261 III; San Agustín Acasaguastlán mapa topográfico 2260 IV. Por 1769 el arzobispo doctor don Pedro Cortés y Larraz, en su visita a, la Parroquia de Acasaguastlán anotó que entre ese poblado y el de Usumatán se cruzaba el río Uyus.

### **b. Ubicación geográfica del Río Hondo y colindancias**

En el municipio de Río Hondo, Zacapa. Tiene su origen en las faldas Sur de la sierra de Las Minas, de la unión de los ríos Colorado y La Lima. Corre de Noroeste a Sureste, atraviesa el caserío El Chorro y la aldea Panaluyá. Borden por su lado sur a la cabecera, le afluyen las quebradas El Platanar y de Oro, 1 kilómetro aguas abajo desagua en el río Motagua, coordenadas geográficas lat. 15°02'05", long. 89°34'55", long. 7 kilómetros Río Hondo, hoja cartográfica 2261 II.

## **B. Zona de vida y Cobertura vegetal**

La región semiárida de valle del Motagua se divide en dos zonas de vida las cuales son Monte espinoso Subtropical (me-S) y el bosque seco Subtropical (bs-S) (De la Cruz 1982, Véliz 1995).

Entre las variables ecológicas del monte espinoso se encuentran las climáticas conformadas por la precipitación y la humedad, los distintos ecosistemas como los bosques de ribera o riparios, bosques de planicie, bosques de cerranía, áreas de cobertura natural y las variables de suelo referentes al relieve que guardan características físicas y químicas.

El Valle del Motagua contiene dos tipos de ecosistemas: el primero está conformado por los bosques de ribera situados a la orilla de los ríos y arroyos que bajan de la Sierra de las Minas, manteniéndose siempre verdes por el aporte de agua proveniente de los ríos.

Rodeando al bosque de ribera se encuentra el segundo ecosistema denominado bosque subtropical muy seco o también llamado monte espinoso debido a la predominancia de especies morfológicamente espinosas, se identifica fácilmente por su condición caducifolia ya que sus hojas caen al inicio de la época seca (octubre).

En el año 2002 la Fundación Defensores de la Naturaleza realizó una evaluación de la situación de la cobertura vegetal en la región semiárida del valle del Motagua, a través del uso de imágenes satelitales Landsat de marzo del 2001. Esta fue complementada con verificación de campo que permitió corregir la poca reflectancia que proporciona la vegetación de la región en la época seca.

### **C. Uso de la tierra**

Los resultados de la evaluación indican que la vegetación natural de la región, conformada principalmente por monte espinoso y bosque seco, tiene una cobertura de 100,000 hectáreas, la cual representa el 56% de la región semiárida del valle del Motagua. Aunque este porcentaje podría parecer relativamente elevado, se debe tomar en cuenta que mucha de la región ha sido sometida a pastoreo y extracción de leña, madera, cactáceas y tillandsias, por lo que la mayor parte de la vegetación se encuentra bastante degradada. Las áreas mejor conservadas han sido analizadas por Mayén (2002), para el norte del valle de Motagua, y por este estudio, para todo el valle.

**Cuadro 6** Uso de la tierra en la región semiárida del valle del motagua (Mayen 2002)

CATEGORÍA	SUPERFICIE	PORCENTAJE
Monte espinoso – bosque seco	100,206	56
Agricultura bajo riego	1,860	1
Tierra agrícolas	14,261	8
Patos naturales	40,849	22.9
Huertos frutícolas	8,687	4.8
Áreas expuestas	9,508	5.3
Centros Urbanos	904	0.5
Cuerpos de agua	2,304	1.3

#### **D. Aspectos Socioeconómicos**

Los bosques de ribera son una fuente de agua para las comunidades adyacentes ya que suministra agua para consumo humano y riego. Sirve como filtro del río purificando el agua y los ambientes adyacentes manteniendo la calidad del agua y el ambiente.

Impide del flujo de insumos agrícolas como los compuestos orgánicos, agroquímicos, y desechos agropecuarios. Transporta y remueve Fósforo y Nitrógeno y otros nutrientes que pueden provocar eutricación en ecosistemas acuáticos. Almacenamiento de agua y recarga y descarga de los acuíferos subterráneos. Estabilización de la línea costera y control de la erosión y protección contra tormentas y mitigación de inundaciones. Proporciona estética con la belleza escénica de los corredores, ofreciendo oportunidades recreativas y educativas.

#### **E. Antecedentes de estudios de suelo**

##### Fisiografía y Topografía

La región semiárida se encuentra principalmente en la depresión del río Motagua. Está constituida por aluviones cuaternarios y rocas ultrabásicas de edad desconocida.

El paisaje fisiográfico está caracterizado por meandros antiguos y bien desarrollados que están abandonados. Una gran parte de la región tiene pendientes muy poco pronunciadas

(<5%), aunque en todos los alrededores la topografía es muy accidentada (Castañeda, 1997).

### Suelos

Los suelos del área tienen su origen en tres grandes grupos, a saber:

a) Aluviones cuaternarios, b) rocas ultrabásicas de edad desconocida, generalmente serpentinitas, y c) rocas volcánicas que incluyen colada de lava, material lavarico y edificios volcánicos. La región presenta una diversidad de suelos en cuanto a textura, estructura, profundidad y fertilidad ya que se encuentran suelos muy pobres y suelos con buenas características físicas y químicas (Castañeda, 1997).

## **F. Geomorfología del Valle del Motagua**

El valle del río Motagua es una zona de sutura, en la cual una serie de basaltos oceánicos fue comprimida por unidades continentales metamórficas de alto grado, lo cual ocurrió en el más reciente evento de colisión durante el periodo geológico del Cretácico. Dicha colisión dio como resultado el emplazamiento de cuerpos de rocas ultrabásicas dentro de las rocas que fueron “metamorfoseadas”, las rocas ultrabásicas han sufrido posteriormente el proceso de serpentización, más tarde se empezó a generar el movimiento transcurrente siniestral, el cual ha producido el trituramiento de los cuerpos de rocas produciendo la milonitización de los mismos a lo largo de la zona de falla, al mismo tiempo la fusión de parte del material que fue subducido provocó la formación de masas de magma que fueron intrusionadas y que han aflorado en la actualidad en la parte alta de la Sierra de las Minas como resultado del proceso de erosión.

El valle del río Motagua está controlado por un sistema de fallas, tales como la falla del Motagua, la falla de San Agustín y otras que no han recibido nombres, pero que tienen magnitudes importantes. El Norte del valle del Motagua está limitado por la espectacular frontera que incluye el complejo rocoso de la Sierra de las Minas y las fallas San Agustín, Motagua y otras menores.

La falla de Motagua en el área considerada presenta características geomorfológicas típicas de fallas de desplazamiento horizontal de importancia, dichas características

incluyen desplazamiento de cuencas y cauces de ríos, hundimiento de terrenos llanos formando lagunetas, hundimiento de elevaciones, alargamiento de lomas, formación de depósitos coluviales y aluviales al pie de las laderas, alineamiento de cuencas y escarpes por desplazamientos verticales.

### G. Vegetación en el área de estudio

Los bosques de ribera que se localizan a la orilla de los ríos que desembocan en el Motagua tiene un aproximado de 30 a 50 metros de ancho a cada lado de la ribera de los río y forman comunidades diferentes a las de tierra adentro o bosque seco.

Entre las especies más encontradas están: jocote cimarrón, cadeno, guarumo, ceiba, murul, jaguy, amate, palma, matiliguat, pescadito, madre cacao.

**Cuadro 7** Especies vegetales más encontradas en los bosques de ribera de la Región Semiárida del Valle del Motagua.

Número	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO
1	Amate	<i>Ficus</i> sp.
2	Palo jiote	<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg
3	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>
4	Matiliguat	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.
5	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaert
6	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i> L.
7	Piñuela	<i>Bromelia pinguen</i>
8	Coco	<i>Cocos nucifera</i>
9	Palma de castilla	<i>Sabal</i> sp.
10	Palo sangre	<i>Pterocarpus</i> sp.
11	Mango	<i>Mangifera indica</i> L
12	Cadeno	<i>Albizzia</i> sp.
13	Chiltepe	<i>Capsicum annum</i>
14	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam
15	Tecomasuchil	<i>Cochlospermum vitifolium</i>

**Fuente:** Gerrit, D., M. Sousa, y S. Knapp (Eds). 1995. Standley, P., J. Steyeramak, And L. Williams. (Eds). 1946-1976. Stolze, R. 1976.

## **H. Hidrología en el área de estudio**

En esta región es característica la poca lluvia, con precipitaciones que alcanzan los 550 a 650 mm anuales y altas temperaturas promedio entre 22 y 28 °C, lo cual provoca un déficit de humedad, el cual oscila entre 60 y 72 % y hace que las tasas de evapotranspiración superen a las de precipitación, con 600 y 800 mm de evapotranspiración potencial. Las características climáticas del Valle del Motagua están altamente influidas por la sombra montañosa de la Sierra de las Minas y del Merendón que le circundan. (Castañeda, 1997).

Dichas condiciones climáticas junto con sus características geográficas que producen aislamiento, derivadas de procesos geológicos, favorecen el endemismo y la formación de nuevas especies vegetales (Castañeda 1,997; Veliz 2,001).

## **2.5 OBJETIVOS**

### **2.5.1 Objetivo General**

Caracterizar los bosques de ribera de las subcuencas del Río Uyús, El Progreso y Río Hondo, Zacapa de la Región Semiárida del Valle del Río Motagua.

### **2.5.2 Objetivos Específicos**

- Clasificar la vegetación de ribera a escala transversal, en el valle del Río Motagua, para las subcuencas de Uyús el Progreso y Río Hondo Zacapa, de acuerdo a tipos funcionales de vegetación (PFT).
- Caracterizar física e hidrológicamente los suelos de los transectos muestreados.
- Caracterizar las variables del clima de la región con énfasis en la climatología de la subcuenca del Río Uyús.

## **2.6 METODOLOGÍA**

### **2.6.1 Metodología para la clasificación de la vegetación de ribera a escala transversal**

#### **A. Etapa preliminar**

En ésta etapa se revisó y analizó toda la información necesaria para estructurar el estudio; se revisó el fundamento teórico de los aspectos de la ecología en ecosistemas de ribera y la vegetación y el suelo, con énfasis en la zona de ribera del Valle del Motagua (estudios florísticos, ecológicos, fisiológicos por especies).

Se revisó la información espacial del área a nivel de cuenca, consultando los siguientes mapas topográfico a escala 1: 50 000 a) para el Río Uyús: Hoja El Cimiento Código 2261 III y Hoja San Agustín Acasaguastlán Código 2260 IV y b) para Río Hondo Hoja Río Hondo Código 2261 II.

#### **a. Reconocimiento y selección de corredores de ribera e identificación de transectos a escala transversal para el área de estudio**

Mediante trabajo de campo se escogieron tramos de río-corredores de ribera ubicados en el valle del Motagua y transectos ubicados en forma perpendicular al río, los criterios de selección fueron el estado natural, representatividad, accesibilidad y relevancia para la conservación.

Se realizó la identificación y selección de ocho transectos, seis en los corredores de ribera del río Uyús, El Progreso y dos en los corredores de ribera de Río Hondo, Zacapa, uno sobre el cauce principal y el otro en la quebrada denominada el platanar. En estos transectos se realizó la toma de muestras de suelo y vegetación.

La identificación se hizo mediante estacas marcadas en campo al inicio y final de cada transecto, georeferenciándolos por medio de un GPS, Procurando identificar bosques de ribera aledaños a bosques secos o monte espinoso. Se procuró una separación media de

50 metros entre transectos y longitud transversal variable (para representar tanto ribera como bosque seco aledaño).

#### **b. Zonificación del bosque de ribera**

La zonificación definitiva del área de estudio o muestreo se hizo a partir de las hojas cartográficas digitales a escala 1: 50 000 digitalizando y procesando los puntos georeferenciados en un sistema de información geográfico, tomando como base la distribución altitudinal del Valle del Motagua dentro de la región semiárida cuyas altitudes van desde 180 a 300 msnm y la ubicación del río.

La zonificación, apoyada con los transectos identificados en campo se convirtieron en el área para muestreo de vegetación y suelo de la zona de ribera, la misma consta de 104,600 metros cuadrados.

#### **c. Método de muestreo**

Se utilizó el muestreo preferencial, el cual se implementó procurando una separación media de 50 metros entre transectos y longitud transversal variable.

#### **d. Forma y dimensión de las unidades muestrales**

Las parcelas genéricas muestreadas fueron de forma rectangular y se utilizaron las dimensiones recomendadas por (Barnett & Stohlgren 2003). Dichas parcelas tuvieron 1000 metros cuadrados para el estrato arbóreo con 50 metros de largo y 20 de ancho en promedio según la longitud variable de ribera, 100 metros cuadrados para el estrato arbustivo con 10 metros de largo y 5 de ancho y para el estrato herbáceo parcelas 1 metro cuadrado a partir de la orilla del río hasta completar 10 metros cuadrados.

#### **e. Ubicación de las unidades muestrales**

Las unidades muestrales genéricas de 1000 metros cuadrados fueron ubicadas sobre el centro de los transectos seleccionados de tal forma que la mitad de la longitud del ancho de la parcela estuviera colocada a un lado del centro del transecto y la otra mitad al otro

lado; y que el lado más largo de la parcela quedará a favor de la pendiente. Las parcelas de 100 metros cuadrados fueron ubicadas dentro de cada una de las parcelas de 1000 metros cuadrados y las de 10 metros cuadrados se ubicaron a lo largo de todo el centro de la parcela de 1000 metros cuadrados siguiendo el transecto y distribuidas en 10 parcelas de 1 metro cuadrado. Las unidades muestrales se distribuyeron como se muestra en las Figuras 10 y 11.

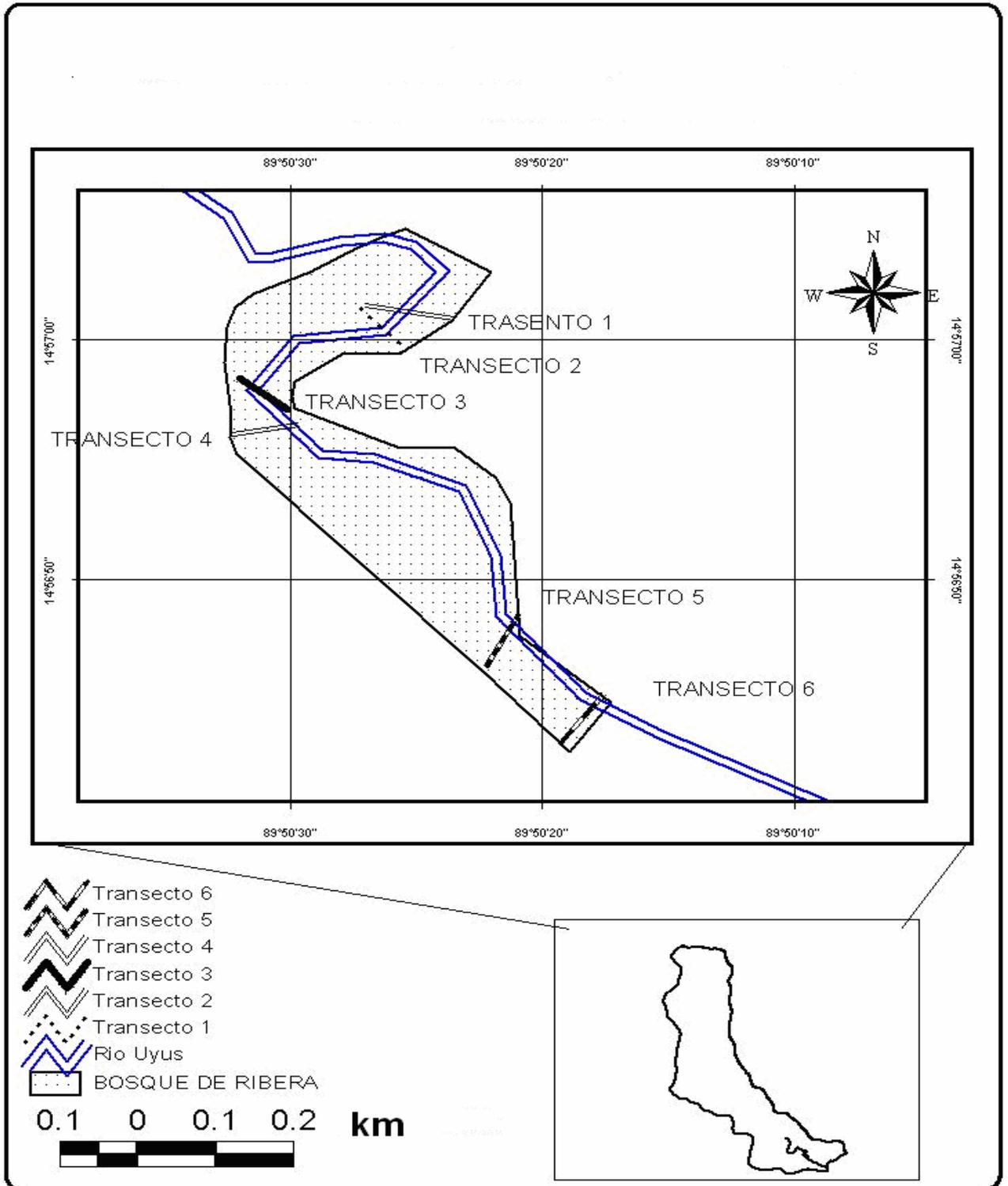


Figura 10 Ubicación de las unidades muestrales en el río Uyús, El Progreso.

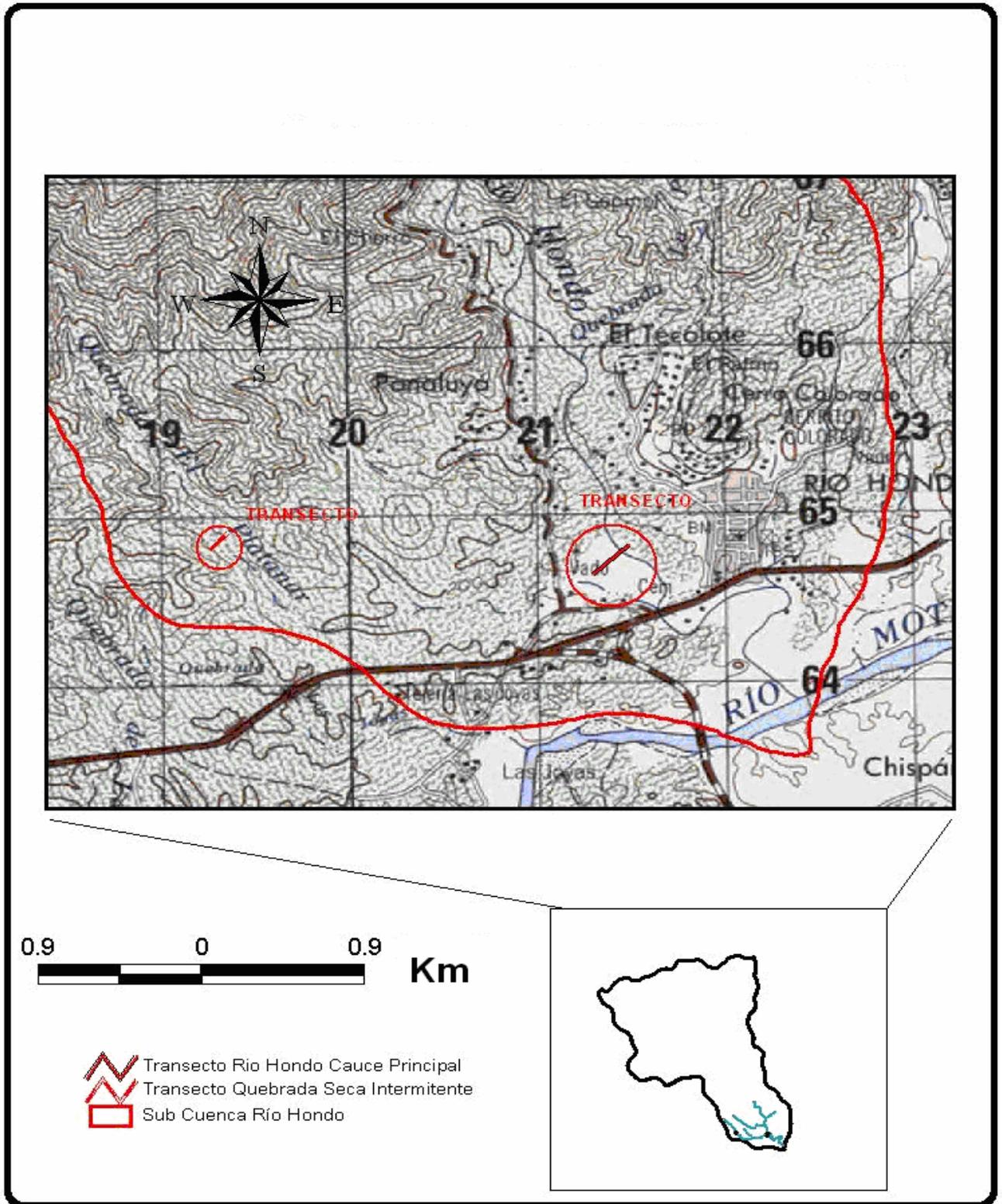


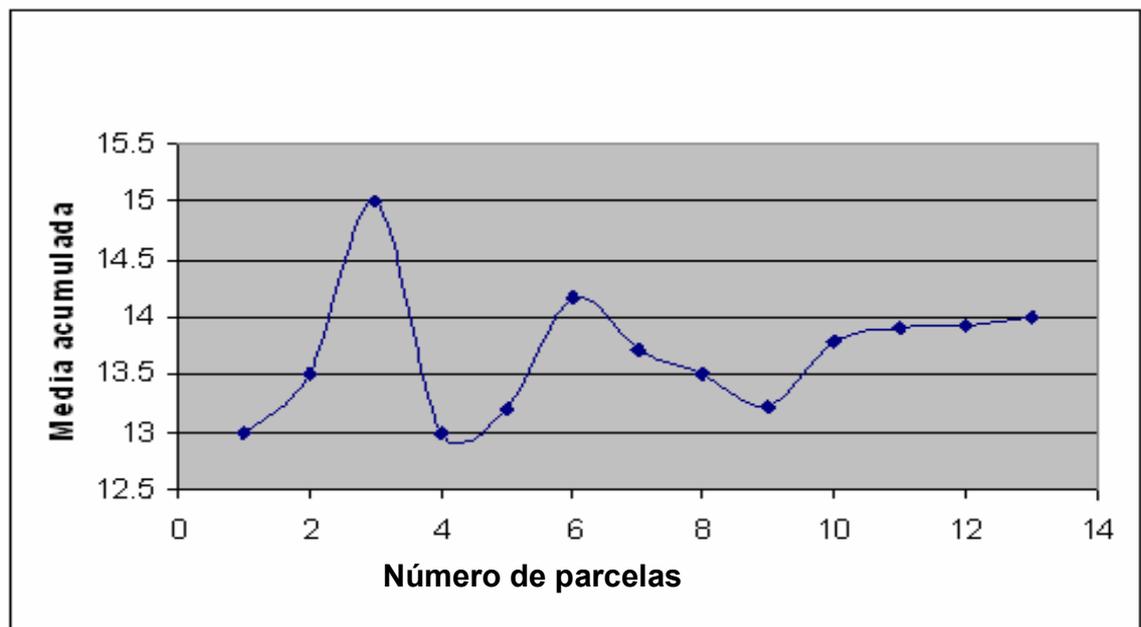
Figura 11 Ubicación de las unidades muestrales en Río Hondo, Zacapa

### f. Tamaño de la muestra

Se planteó sobre el eje Y (ordenadas) la media acumulada del número de plantas de cada una de las parcelas, y en el eje X (abscisas) el número de parcelas (Figura 12), luego se definió la intensidad mínima de muestreo en el punto de inflexión a partir del cual el valor de la media se estandarizó y la curva minimizó su oscilación hasta estabilizarse.

La intensidad mínima de muestreo se definió en 11 parcelas y por lo tanto el muestreo de la vegetación de ribera se considera válido a esta intensidad.

Este análisis solo se realizó para el bosque de ribera del Río Uyús, ya que en los bosques de riberas de Río Hondo y Quebrada Seca solo se tomaron como puntos de control de la vegetación.



**Figura 12** Gráfico del número de parcelas muestreadas en el Río Uyús, El Progreso. Año 2006

## **B. Etapa de campo**

### **a. Colecta de especímenes de herbario**

En esta etapa se reconocieron y colectaron especímenes de herbario ubicadas dentro de las parcelas de muestreo, llenado los requisitos de ingreso al Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala donde fueron depositadas.

### **b. Levantamiento de parcelas**

Todas las parcelas de muestreo fueron delimitadas con la ayuda de una cinta métrica de 50 metros, sus límites se identificaron colocando estacas en cada esquinero de parcela.

Conjuntamente se realizó una clasificación visual en campo de la vegetación en base a la zonificación de los transectos en los corredores de ribera seleccionados, de acuerdo al los grupos funcionales de vegetación (GFV) presentes, los cuales pueden ser obligadas de humedal, ribereñas de raíz poco profunda, ribereñas de raíz profunda y ribereñas de transición o facultativas. Estos grupos se definieron en base a sus características y aplicando criterios como a) su ubicación dentro de la zona de ribera (cercanía o lejanía de la orilla del río), b) tipo de hábito, c) profundidad de raíz determinada a partir de los cortes y la profundidad propuesta en la metodología para cada Tipo Funcional de Vegetación (TFV).

Los datos obtenidos dentro de la parcela para cada uno de los segmentos muestreados fueron: a) densidad de los individuos por especie, b) frecuencia de los individuos por especie, para el estrato arbóreo se determinaron c) la altura de los individuos por especie en metros, d) diámetro de los individuos por especie en centímetros.

Para cada una de las parcelas se obtuvo la siguiente información: a) geoposicionamiento en coordenadas UTM datum WGS 84 Zona 15 b) altitud en metros de elevación, c) posición fisiográfica d) Exposición (ribera Este u Oeste) y e) observaciones.

### **c. Levantamiento de parcelas para la elaboración de diagramas fisonómico estructurales de los bosques de ribera muestreados**

Para la toma de datos de los perfiles se utilizaron las parcelas de 1000 metros cuadrados, el centro de la parcela correspondió al centro del transecto y teniendo una longitud promedio de 50 metros, se dividió en 5 segmentos de 10 metros a partir de la del punto cero que correspondió a la orilla del río, procediéndose a listar y contar las especies que entraban dentro de cada segmento y dentro de los límites del ancho de 10 metros a cada lado del transecto.

## **C. Etapa de gabinete**

### **a. Elaboración de listas de especies de ribera**

Todos los especímenes colectados en la ribera fueron secados y determinados. Posteriormente se elaboró una lista de especies incluyendo la siguiente información: a) familia, b) nombre científico y c) nombre común.

### **b. Tabulación de datos**

Las boletas del cuadro A50, fueron llenadas con la información proveniente del campo, dichas boletas contienen información general para cada parcela, la información tabulada a través de estas boletas, sirvió posteriormente para la elaboración de las matrices.

### **c. Elaboración de la matriz para el análisis de la ordenación y clasificación de la vegetación de ribera**

Para cada bosque de ribera muestreado se elaboró una matriz de doble entrada (especie-clase de distancia) ausencia presencia y otra matriz (especie-clase de distancia) densidad promedio con la ayuda del programa computacional Excel. Estas matrices se utilizaron en los métodos de análisis multivariantes de clasificación y ordenación.

La matriz de doble entrada (especies-parcelas) ausencia presencia, fue elaborada solo para las parcelas del río Uyús el progreso y sirvió para poder realizar el proceso de clasificación.

#### **D. Análisis de la información**

##### **a. Caracterización del estado actual de la vegetación de ribera en los tramos corredores visitados**

A través de las visitas realizadas a los tramos corredores de los ríos Uyús, Teculután, Pasabien y Río Hondo, ubicados en la región semiárida del valle del Motagua, se caracterizó el estado de la vegetación de ribera y se escogieron los corredores y transectos más representativos para el estudio.

##### **b. Clasificación de la vegetación de ribera a escala transversal, en el valle del Motagua de acuerdo a grupos funcionales de vegetación (GFV)**

Se clasificó la vegetación de rivera a escala transversal de los transectos del valle del Motagua de acuerdo a grupos funcionales de vegetación.

##### **c. Composición florística**

A partir de las listas de especies por estrato se estimó la riqueza florística y se escribió la variabilidad para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, por medio de la lista de especies por grupos funcionales se estimó la riqueza florística y se describió la variabilidad para cada grupo funcional de vegetación identificado.

##### **d. Establecimiento de los grupos funcionales de vegetación**

La información proveniente de las matrices (especies, clases de distancia y especies, densidad promedio), para las especies de vegetación de ribera muestreadas, fueron estructuradas en el programa Excel; luego esta información fue transferida y procesada a través del software PC ORD (58) utilizando la herramienta DECORANA y partiendo de

las variables de doble entrada ausencia-presencia y diagramas bidimensionales, se realizó el análisis de ordenación, y posteriormente estas mismas matrices fueron sometidas al análisis de clasificación, por medio de la herramienta Two Way Indicador Species analysis (TWISPAN), este análisis se realizó para el bosque de ribera de Uyús; El Progreso y a partir de la salida del análisis se elaboró un dendrograma.

### **e. Descripción de la estructura del bosque de ribera del Río Uyús**

La descripción de la estructura de la vegetación de ribera se hizo por medio de un perfil, en el cual las especies encontradas en la clasificación de cada grupo funcional identificado fueron representadas sobre un transecto transversal idealizado del área.

Con los datos obtenidos en el laboratorio de la humedad retenida por el suelo a diferentes presiones se procedió a realizar una Curva de Retención de Humedad.

Revisión bibliográfica a profundidad de especies vegetales encontradas, con especial interés se colectó información sobre su ecología y fisiología (curvas de crecimiento, estrés por factores ambientales, datos numéricos sobre edad, etc.). Dicha revisión se hizo para la zona de ribera, pero parte del trabajo se realizó para el bosque aledaño (bosque seco o monte espinoso)..

## **2.6.2 Metodología para la caracterización de la física de los suelos en los transectos muestreados**

### **A. Etapa preliminar**

#### **a. Selección de corredores de ribera e identificación de transectos a escala transversal**

Los tramos de río-corredores de ribera y transectos seleccionados para el estudio de suelos fueron los mismos que se escogieron en el estudio de vegetación.

El estudio de suelo se inició, mediante la búsqueda de un perfil natural del suelo (corte en márgenes de ríos cercanas), en donde se evaluó la profundidad del suelo y de las raíces con el objeto de establecer las profundidades de muestreo de suelo, determinándose necesario realizar el estudio a dos profundidades las cuales van de 0 a 20 y de 20 a 40 cm de profundidad. Posteriormente las muestras se tomaron e identificaron para su posterior análisis en laboratorio de suelos de la Facultad De Agronomía.

## **B. Etapa de campo**

### **a. Toma de muestras de suelo en la zona de ribera**

En cada transecto se procedió a realizar barrenamientos utilizando el barreno helicoidal y se colectaron las muestras a dos profundidades las cuales van de 0 a 20 y de 20 a 40 cm para cada una de las zonas de los grupos funcionales de vegetación identificados.

En cada transecto ubicado en forma perpendicular al eje principal del río con una longitud variable representándose tanto el bosque de ribera como el bosque seco aledaño, se realizó el muestreo de suelo en función de la longitud del transecto y la factibilidad de captar muestras representativas de la zona, en puntos representativos para cada zona por tipo funcional, tratando de hacerlo de forma sistemática a cada 10 metros a partir de la orilla del río y también se muestreó donde fue posible en algunos de los cortes existentes, se procedió a colectar las muestras de los horizontes con la ayuda de una pala.

El criterio de las profundidades a muestrear se determinó en función del tipo funcional de vegetación presente y por medio del estudio en cortes existentes a la orilla del río en donde se estudio el perfil del suelo y se estableció una profundidad de suelo de 20 cm. y una profundidad de raíces que va de 0 a 20 cm. y de 20 a mayor de 40 cm.

La cantidad de muestra colectada fue de 125 gramos ó 0.125 kg en una bolsa plástica y debidamente identificada colocando la siguiente información a) geoposicionamiento en coordenadas UTM datum WGS 84 Zona 15 b) No. de transecto b) profundidad de toma de

muestra c) tipo de bosque d) Elevación en metros sobre el nivel del mar e) posición fisiográfica f) Exposición (ribera este u oeste) y g) observaciones.

### C. Etapa de gabinete

#### a. Elaboración de lista resultados de análisis fisicoquímico de suelos de los bosques de ribera

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía en donde se les realizaron principalmente análisis físicos y algunos químicos, se compuso de análisis de textura del suelo, porosidad, densidades aparente y real del suelo, materia orgánica y contenidos de humedad a 5 diferentes presiones (Capacidad de Campo, 1, 2, 3, 4 atmósferas y Punto de Marchites permanente, Saturación); empleando las metodologías que se resumen en el cuadro número 8.

**Cuadro 8** Metodología para el análisis fisicoquímico de suelos

ANÁLISIS	MÉTODO	REFERENCIA
1. Granulométrico	<b>Método de Bouyocus</b> Hidrómetro calibrado a 68 grados Fahrenheit con medición de partículas con escala USDA modificada.	Metodología para el análisis de suelos y aguas (54)
2. Determinación de constantes de humedad	<b>Método de la olla de presión</b> con aplicación de aire con diferentes presiones a muestras de suelo saturados durante 16 a 24 horas.	Metodología para el análisis de suelos y aguas(54)
3. Densidad aparente y real	<b>Método analítico o de laboratorio</b> el volumen de las partículas del suelo es igual al volumen de agua que ellas desplazan dentro de una probeta.	Metodología para el análisis de suelos y aguas (54)
4. Materia orgánica (Carbono orgánico).	<b>Método de walkey-black modificado</b> para la determinación de la materia orgánica. El método se basa en la oxidación de la materia orgánica (m.o.) por el dicromato de potasio ( $K_2CR_2O_7$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Se considera que únicamente el carbono orgánico del suelo entra en reacción.	Metodología para el análisis de suelos y aguas (54)Walkey A, (92)

## **b. Tabulación de datos**

A partir de los resultados del análisis fisicoquímico de los suelos se elaboraron cuadros que expresan los resultados obtenidos para cada transecto en los bosques de ribera muestreados, los cuales se componen de la siguiente información a) El número de muestra, b) Grupo funcional de vegetación, c) Profundidad d) Granulometría, e) Clase textural, f) densidad aparente y real y f) Presiones de retención de humedad.

## **D. Análisis de información**

### **a. Determinación de la incidencia de factores edáficos con la ausencia presencia de los grupos funcionales de vegetación**

Las tablas de los resultados de análisis fisicoquímico de los suelos en los transectos muestreados se transformó en la base de datos que posteriormente se asoció a los mapas temáticos creados en SIG, para la zona de ribera muestreada, relacionándose de esta forma los factores edáficos y las características biofísicas de los transectos muestreados con la ausencia presencia de los grupos funcionales de vegetación.

## **2.6.3 Metodología Para la Caracterización del Clima de la Cuenca de Uyús, el Progreso**

### **A. Etapa preliminar**

Se procedió a la revisión de la delimitación la subcuenca del Río Uyús, El Progreso y el análisis de los datos precipitación (PP) y temperatura (T) media. Dichas variables no se monitorearon directamente en la subcuenca pero se partió de una estimación de ellas mediante la información registrada en las estaciones cercanas, las cuales son la estación de Pasabién y Los Albores del INSIVUMEH, y San Lorenzo del INDE.

## **B. Etapa de gabinete**

Posteriormente se ubicaron las estaciones dentro de la cuenca con la ayuda de un Sistema de Información Geográfico (SIG), con el fin de comprender la distribución espacial y extrapolar la información climática, y para la extrapolación de información climática se necesitó realizar un análisis de los registros generados por varias estaciones meteorológicas las cuales deberían estar en las diferentes zonas bioclimáticas que también se localizan en la sub cuenca de Río Uyús.

## **C. Tabulación y cálculo de datos**

Se procedió al vaciado de la información en una hoja electrónica Excel, en donde se procesaron las variables de precipitación y temperatura en una escala mensual expresada en milímetros y en grados centígrados respectivamente.

El cálculo de la evapotranspiración potencial ETP se realizó por el método de Thornthwaite, partiendo de una escala mensual y expresada en milímetros al mes (mm/ mes).

## **D. Análisis de información**

En el análisis de la información del clima se realizó mediante el estudio del comportamiento de las variables de precipitación, temperatura y evapotranspiración, en una escala mensual, para cada una de las estaciones meteorológicas, para lo cual se realizaron los pasos verificación de la consistencia de registros, estandarización de registros con respecto a la media de los años registrados, graficación del climadiagrama.

### **a. Clasificación climática utilizando el Índice de Perhumedad (IP)**

El Índice de Perhumedad mide el grado de humedad de un clima tropical, resumiendo las características de una estación con mes seco (menor de 60 mm) o un mes húmedo (mayor de 100 mm), dichas estaciones son caracterizadas en los climadiagramas por medio del valor del índice, el cual da gran peso a los largos períodos secos y diferente peso a los meses húmedos. (Richrards, 2002)

Para el cálculo del índice se le asignan diferentes punteos en base al promedio de lluvia mensual, los resultados de los meses se sumados dan como resultado el Índice de Perhumedad (IP), los punteos están dados de acuerdo a:

- Mes muy húmedo (mayor de 200 mm) se le asigna un punteo de +2
- Mes húmedo (de 100 a 199 mm) se le asigna un punteo de +1
- Mes seco (de 50 a 99 mm) se le asigna un punteo de -1
- Mes muy seco (menos de 50 mm) se le asigna un punteo de -2

Estos punteos son modificados, con nuevos valores sobre la base de que el grado de humedad del suelo sigue siendo alto, en las siguientes condiciones:

- Un mes húmedo seguido de un mes seco se modifica a -0.5
- Un mes húmedo seguido de un mes muy seco se modifica a -1.5

Con el valor del Índice de Perhumedad se va a una tabla que indica la clasificación climática y el tipo de vegetación existente en el bosque. (Richrards, 2002)

## **2.7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **2.7.1 Caracterización del estado actual de la vegetación de ribera en los tramos de Río Corredores visitados en el valle del Motagua (2006)**

Los bosques de ribera de la Región Semiárida del Valle del Motagua se localizan en la orilla de los ríos y arroyos que bajan de la Sierra de las Minas, manteniéndose siempre verdes por el aporte de agua proveniente de los ríos y se extienden a lo largo de las corrientes de agua que desembocan en el Motagua, tiene un aproximado de 30 a 50 metros de ancho a cada lado de la ribera y forman comunidades diferentes a las de tierra adentro o Bosque Seco.

Los ríos y el bosque ribereño se presentan como los corredores naturales más diversos y dinámicos, así como los de composición biofísica más diversa.

Actualmente los Bosques de Ribera de la Región Semiárida del Valle del Motagua, han sido alterados por su conversión a huertos frutales, donde predominan especies como zapote, cítricos, mango y entre las principales amenazas a su conservación están las prácticas agrícolas incompatibles, desarrollo hidroeléctrico, agua para riego, ganadería y la urbanización.

A través de las visitas realizadas a los tramos-corredores de los ríos Uyús, Teculután, Pasabién y Río Hondo cauce principal y Río Hondo Quebrada Seca, ubicados en la Región Semiárida del Valle del Motagua, se caracterizó el estado de la vegetación de ribera (Cuadro 9).

**Cuadro 9** Visita a los tramos corredores de los ríos de la Región Semiárida del Valle del Motagua

Tramo Corredor de ribera	Segmentación del corredor de ribera.	Alteración de la vegetación del bosque de ribera.	Alteración de la Llanura de inundación.	Grado de amenaza para la conservación
Río Uyús	NO	SI	NO	BAJA
Río Teculután	NO	SI	SI	MEDIA
Río Pasabién	SI	SI	SI	ALTA
Río Hondo cauce principal	SI	SI	SI	ALTA
Río Hondo Quebrada el Platanar	NO	NO	SI	MEDIA

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.**  
Existencia:                                    si \_\_\_ no \_\_\_

**AMENAZAS EN ZONAS DE RIBERA:**

**Corredor de ribera:** Segmentación por presiones de desarrollo hidroeléctrico y urbanización.

**Vegetación de bosque de ribera:** alteraciones por presiones de tala de árboles a las orillas de los ríos y presencia de regadíos o agua para riego.

**Llanura de inundación:** alteraciones por presiones de ganadería y prácticas agrícolas incompatibles con la conservación

**GRADO DE PRESION DE LAS AMENAZAS A LA CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE RIBERA.**

1. Alta                    

2. Media                

3. Baja                   

4. Inexistente.       

**REGLAS DE DESICIÓN.**

- Si existe presencia de amenazas en las tres zonas de ribera descritas anteriormente se toma como un grado alto para la conservación.
- Si solo existe presencia de amenazas en dos zonas de ribera se toma como grado medio para la conservación.
- Si solo existe presencia de amenaza en una zona de ribera se toma como un grado bajo para la conservación.

Según (Secaira et al., 2003) entre los bosques de ribera mejor conservados en la región se encuentra el del Río Uyús, El Progreso. A partir de la visita realizada se encontró que en el caso de Río Hondo, Zacapa a pesar de ser un bosque altamente disturbado y segmentado, es posible encontrar algún segmento en un estado regular.

Por tal razón se realizó la identificación y selección de 8 transectos, 6 en los corredores de ribera del río Uyús, El Progreso y 2 en los corredores de ribera de Río Hondo Zacapa, uno sobre el cauce principal y el otro en la quebrada denominada El Platanar. En estos transectos se realizó la toma de muestras de suelo y vegetación.

## **A. Clasificación de la vegetación de ribera a escala transversal, en el valle del Motagua de acuerdo a grupos funcionales de vegetación**

### **a. Composición florística del bosque de ribera de Río Uyús, El Progreso**

De acuerdo al muestreo, la riqueza florística del estrato arbóreo se encuentra integrada por 22 familias, 30 géneros y 32 especies; el estrato arbustivo indica una riqueza integrada por 9 familias 11 géneros y 11 especies y finalmente el estrato herbáceo integrado por 10 familias, 13 géneros y 13 especies, en forma general (Cuadro 10 y 11).

En cuanto a la variabilidad de la flora para el estrato arbóreo la mayoría de las familias están integradas de 1 género con 1 a 2 especies, y de 2 géneros con 2 especies a excepción de la familia Mimosaceae con 4 géneros y 4 especies; la variabilidad de la flora en el estrato arbustivo indica que las familias están constituidas por 1 género y 1 especie y 2 géneros con dos especies y la variabilidad del estrato herbáceo conformada por 1 género con 1 especie y 2 géneros con 2 especies a excepción del la familia Poaceae con 3 géneros y 3 especies.

**Cuadro 10** Inventario de las familias géneros y especies para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo para el bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso.

ESTRATO ARBOREO				ESTRATO ARBUSTIVO				ESTRATO HERBACEO			
No	Familia	Gen	Esp	No	Familia	Gen	Esp	No	Familia	Gen	Esp
1	Simaruobaceae	1	1	1	Piperaceae	1	1	1	Rubiaceae	1	1
2	Bombacaceae	1	2	2	Cactaceae	2	2	2	Poaceae	3	3
3	Rhamnaceae	1	1	3	Zygophyllaceae	1	1	3	Bromeliaceae	1	1
4	Mimosaceae	4	4	4	Theophrataceae	1	1	4	Acanthaceae	1	1
5	Caesalpinaceae	1	1	5	Euphorbiaceae	1	1	5	Arecaceae	2	2
6	Annonaceae	1	2	6	Bignoniaceae	1	1	6	Lamiaceae	1	1
7	Bignoniaceae	1	1	7	Arecaceae	1	1	7	Ciperaceae	1	1
8	Zapotaceae	2	2	8	Apocynaceae	2	2	8	Malvaceae	1	1
9	Anacardeaceae	2	2	9	Sterculiaceae	1	1	9	Fabaceae	1	1
10	Cecropiaceae	1	1					10	Schizaeaceae	1	1
11	Sapindaceae	2	2								
12	Sn	1	1								
13	Fabaceae	2	2								
14	Sterculiaceae	1	1								
16	Moraceae	1	1								
17	Meliaceae	1	1								
18	Ulmaceae	1	1								
19	Lauraceae	2	2								
20	Hippocrateaceae	1	1								
21	Burceraceae	1	1								
22	Anacardeaceae	2	2								
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>32</b>			<b>11</b>	<b>11</b>			<b>13</b>	<b>13</b>

**No.** Número, **Gen:** género, **Esp:** especie

**Cuadro 11.** Listado de especies encontradas en los bosques de ribera en estudio e intercepción Bosque Seco aledaño

No	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HÁBITO	CODIGO	GFV	BOSQUE		
							1	2	3
1	Jasmin de agua	<i>Lindenia rivales</i> Benth	Rubiaceae	h	RubLud	a	X		
2		<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	h	PoaPan	a	X		X
3	Inga	<i>Inga Vera</i>	<i>Mimosaceae</i>	a	MimIng	a	X		
4	Gurumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	<i>Cecropiaceae</i>	a	CecPel	b	X	X	
5	Jocote	<i>Spondias</i> sp.	<i>Anacardeaceae</i>	a,b	AnaSpo	b	X		
6	Cordoncillo	<i>Piper aduncun</i> L.	Piperaceae	b	PipAdeu	b	X		
7	Yaje	<i>Leucaena</i> sp	<i>Mimosaceae</i>	a	MimLeu	e	X	X	
8	Zorrillo	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb & Bonpl)	<i>Sapindaceae</i>	a	SapTho	b	X	X	
9	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> ( L.) Gaerth	<i>Bombacaceae</i>	a	BomCei	b	X	X	
10			Sn	a	sinnom	a	X		
11	Conacaste	<i>Etherolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	<i>Mimosaceae</i>	a	MimEth	d	X		
12	Almendro de río	<i>Andira inermes</i> (Swartz) HBK.	<i>Fabaceae</i>	a	FabAnd	b	X	X	
13			<i>Sterculiaceae</i>	a	Ste	d	X		
14	Piñuelón	<i>Hechtia guatemalensis</i> Mez	Bromeliaceae	h	BroHec	b	X	X	
15			<i>Sapindaceae</i>	a	Sap	d	X		
16	Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	<i>Anonaceae</i>	a	AnoRet	d	X		
17	Mora o Moral	<i>Clorophora tinctoria</i> (L) Gaud.	Moraceae	a	sn	b	X		
18	Quesillo	<i>Trichilia hirta</i> L.	Meliaceae	a	MelTri	d	X		
19	Cabalero	<i>Celtis iguanaza</i> (Jacq) Sarg	Ulmaceae	a	Fla	d	X		
20	Aguacatillo	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	a	LauNec	b	X		
21			<i>Lauraceae</i>	a	Anodos	c	X		
22	Tuno	<i>Lemarireocerus echlammii</i> Britt. & Rose	Cactaceae	b	CacLem	e	X	X	
23	Guayacán	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Zygophyllaceae	b	ZygGua	e	X	X	
24	Durucho	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Ait	Theophrataceae	b	TheJac	e	X	X	
25	Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britt & Rose) Standl	Caesalpinaceae	a	CaeVel	b	X		
26	Santa Rosa	<i>Caesalpinia pulcherima</i> ( L ) Swart	Caesalpinaceae	a	CaePul	b	X	X	
27		<i>Hippocratea</i> sp.	Hippocrateaceae	a	HypHyp	b	X		

No	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HÁBITO	CODIGO	GFV	BOSQUE		
							1	2	3
28	Jiote	<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg	<i>Burceraceae</i>	a	BurSim	e	X	X	
29		<i>Hematoxylum</i> sp.	Fabaceae	a	Her	b	X		
30	Zapote	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotaceae	a	ZapPou	b	X		
31	Chichicaste de caballo	<i>Cnidoscuros tubulosos</i> (Muell Agr.) I.M. Johnston	Euphorbiaceae	b	EupCni	d	X		
32	Nopal	<i>Nopalea guatemalensis</i> Rose	Cactaceae	b	Nop	e	X	X	
33	Jocote de Mico	<i>Simarouba glauca</i> DC	Simaruobaceae	a	SimSim	b	X		
34	Moral o Ceibillo	<i>Ceiba aescutifolia</i> HBK & Baker	<i>Bombacaceae</i>	a	BomAes	b	X		
35		<i>Justicia</i> sp.	Acanthaceae	h	AcaJus	b	X		
36	Cola de pecado		Arecaceae	h	AraPes	a	X		
37		<i>karwinskia</i> sp.	Rhamnaceae	a	RhaKar	b	X		
38	Palma	<i>Bactris</i> sp.	Arecaceae	h	AraBal	a	X		
39	Verbena	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq	Lamiaceae	h	HypVer	a	X		
40		<i>Cyperus</i> sp.	Cipeeraceae	h	CipCip	a	X	X	
41		<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	h	PoaPas	a	X		
42	Ixcanal	<i>Acacia hindsii</i> Benth	Mimosaceae	a	MimAca	b	X	X	
43	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caelsalpinaceae	a	CaeHym	b	X		
44		<i>Oplismenus</i> sp.	Poaceae	h	PoaOpli	a	X		
45	Anona		Anonaceae	a	AnoAno	b	X		
46	Chapupo	<i>Tabernaemontana chysocarr</i> Blake.	Apocynaceae	b,a	ApoTab	b	X		
47	Matilsgute	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Bignoniaceae	a	BigTab	b	X		
48	Zapote	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotaceae	a	ZapPou	b	X		
49	Morro	<i>Crescentia alata</i> HBK	Bignoniaceae	b	BigCre	b	X		
50	Sabal	<i>Sabal guatemalensis</i> Beccari.	Areecaceae	b	AreSab	b	X		
51	Mango	<i>Manquifera indica</i> L	Anacardeaceae	a	AnaMan	b	X		
52	Sipa	<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	h	MalSip	a	X		
53		<i>Desmodium</i> sp.	Fabaceae	h	FabDes	a	X		
54	Helecho	<i>Lygodium venustum</i>	Schizaeaceae	h	LygVer	a	X		
55	Chilindrón	<i>Thavetia ovata</i> (Cav) A. DC.	Apocynaceae	b	ApoThe	d	X		
56	Caulote	<i>Guazuma umbifolia</i> Lam	Sterculiaceae	b,a	SteGua	d	X		

	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HÁBITO	CODIGO	GFV	BOSQUE		
							1	2	3
57			Violaceae	a	VioXim	d		X	
58	Anona		Anonaceae	a	Ano	d		X	
59		<i>Caesalpinia</i> sp.	Caesalpinaceae	b	Cae	b		X	
60	Roble de Montaña	<i>Bucida maccrostachya</i> Standl.	Combretaceae	a	ComBuc	b		X	
61		<i>Cassia</i> sp.	Caesalpinaceae	b	CasCae	b		X	
62	Quina	<i>Hintonia stanndleyana</i> Bullock in Hook	Rubiaceae	b	RubHin	b		X	
63	Nace de iguana	<i>Ximenia americana</i> L.	Olacaceae	b	OleXim	e		X	
64	Laurel	<i>Lippia graveolens</i> HBK	Verbenaceae	h	Lipgrav	e		X	
65		<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Araceae	h	Lygod	a		X	
66	Sauce	<i>Salix bomplaudiaus</i>	Salicaceae	a	Salsau	c			X
67	Nim	<i>Azadirachta indica</i>		a	Nim	b			X
68	Capulín Blalnco	<i>Muntigia calabura</i> L.	Tiliaceae	a	Tilmun	b			X
69		<i>Cassia alata</i> L.	Cesalpinaceae	b	Caecas	b			X
70		<i>Mimosa</i> sp.	Mimosaceae	b	Mimmin	b			X
71			Combretaceae	b	Com	b			X
72		<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	h	Conipo	a			X
73		<i>Jussiaea</i> sp.	Onagraceae	h	Juss	a			X
74		<i>Oenothera</i> sp.	Onagraceae	h	Onaoen	a			X

No. número, **GFV**: Grupo funcional de vegetación

a: Obligadas de humedal b: Ribereñas de raíz poco profunda c: Ribereñas de raíz profunda d: Ribereñas de Transición o facultativas e : Bosque Seco Monte espinoso.

### Hábito

a: Arbol b: arbusto h: herbácea

**Tipo de bosque** 1: Río Uyús el Progreso 2: Quebrada Seca Río Hondo, Zacapa 3: Cauce principal Río Hondo, Zacapa.

## **B. Composición florística por grupos funcionales de vegetación de los bosques de ribera muestreados**

En Cuanto a la clasificación por Grupos funcionales de vegetación, se logró muestrear y establecer la presencia de 4 grupos funcionales de ribera propuestos por Baird y Maddock III (2005) y Maddock III y Baird (2003) para clasificar la vegetación de ribera, los cuales son Obligadas de humedal, Ribereñas de raíz poco profunda, Ribereñas de raíz profunda y Ribereñas de Transición o facultativas y se identificó también especies del Bosque Seco o Monte espinoso que son características del borde entre el bosque de ribera y el Bosque Seco o Espinoso.

De acuerdo al muestreo la riqueza florística de la ribera del río Uyús se encuentra integrada por el grupo funcional Obligadas de humedal conformado por 9 familias, 12 géneros y 12 especies; el grupo funcional Ribereño de raíz poco profunda indica una riqueza formada por 21 familias 27 géneros y 27 especies y el Ribereño de raíz profunda se encuentra constituido por 1 familias 1 géneros y 1 especies, seguido del grupo Ribereño de Transición o facultativo compuesto por una riqueza de 9 familias 10 géneros con 10 especies y finalmente las especies del Bosque Seco Monte Espinoso integrado por 5 familias, 6 géneros y 6 especies, en forma general ( Cuadro 12).



En cuanto a la variabilidad de la flora para el grupo funcional Obligadas de humeral la mayoría de las familias están integradas de 1 género con 1 especie a excepción de la familia poaceae con 3 géneros y 3 especies y la familia arecaceae de 2 géneros con 2 especies; la variabilidad de la flora en el grupo funcional ribereño de raíz poco profunda indica que la variabilidad está constituida por 1 género y 1 especie y 2 géneros con dos especies a excepción de la familia caesalpinaceae con 2 géneros y 3 especies; la variabilidad del grupo ribereñas de raíz profunda se encuentra integrada por 1 género y 1 especie solamente; el grupo funcional de ribereñas de transición o facultativas integrada por una variabilidad de 1 género y una especie a excepción de la familia Sterculiaceae conformada de 2 géneros y 2 especies y finalmente se encuentran las especies vegetales del Bosque Seco o Monte Espinoso cuya variabilidad está conformada por 1 género y 1 especie a excepción de la familia Cactaceae compuesta de 2 géneros y 2 especies.

Según el muestreo levantado en la Quebrada denominada El Platanar Río Hondo Zacapa, la riqueza florística de la ribera se encuentra integrada por solo tres de los cuatro grupos funcionales propuestos los cuales son obligadas de humedal conformado por solo 2 familias entre las cuales están ciperaceae y arecaceae, con 2 géneros y 2 especies; el grupo funcional ribereño de raíz poco profunda indica una riqueza formada por 7 familias 7 géneros y 8 especies; el grupo ribereño de raíz profunda no se encuentra registrado, seguido del grupo ribereño de transición o facultativo compuesto por una riqueza de 4 familias 4 géneros con 4 especies y finalmente las especies del bosque seco monte espinoso integrado por 8 familias, 8 géneros y 8 especies, en forma general. El bosque seco monte espinoso es el más representado ya que la quebrada es intermitente y la corriente superficial no mantiene una influencia permanente sobre la vegetación por lo cual se encuentra desarrollado más ampliamente este tipo de bosque (Cuadro 13).

**Cuadro 13** Inventario de las familias que reporta la clasificación por grupos funcionales de vegetación para el bosque de ribera de Quebraba el Platanar Rió Hondo, Zacapa (2006).

Obligadas de humedal				Ribereñas de raíz poco profunda				Ribereñas de raíz profunda				Ribereñas de Transición o facultativas				Bosque Seco o Monte Espinoso			
	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp
1	Cipeeraceae	1	1	1	Fabaceae	1	1					1	Violaceae	1	1	1	Mimosaceae	1	1
2	Araceae	1	1	2	Hippocrateaceae	1	1					2	Anonaceae	1	1	2	Burceraceae	1	1
				3	Sapindaceae	1	1					3	Combretaceae	1	1	3	Cactaceae	2	2
				4	Mimosaceae	1	1					4	Caesalpinaceae	1	1	4	Theophrataceae	1	1
				5	Caesalpinaceae	1	2									5	Zygophylaceae	1	1
				6	Rubiaceae	1	1									6	Olacaceae	1	1
				7	Bromeliaceae	1	1									7	Verbenaceae	1	1
																8	Verbenaceae	1	1
	<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>7</b>	<b>8</b>							<b>4</b>	<b>4</b>			<b>8</b>	<b>8</b>

**No:** número  
**Gén:** género  
**Esp:** especie.

De acuerdo al muestreo la riqueza florística de la ribera del cauce principal de Río Hondo, Zacapa se encuentra integrada por solo tres de los cuatro grupos funcionales propuestos el grupo funcional obligadas de humedal conformado por 5 familias con 5 géneros y 5 especies; el grupo funcional ribereño de raíz poco profunda indica una riqueza formada por 10 familias 10 géneros y 10 especies y el ribereño de raíz profunda se encuentra constituido por 1 familias 1 géneros y 1 especies, seguido del grupo ribereño de transición o facultativo finalmente las especies del bosque seco, las cuales no se reportaron, debido a que los alrededores de la ribera del río existe la presencia de agricultura (Cuadro 14).

**Cuadro 14** Inventario de las familias que reporta la clasificación por grupos funcionales de vegetación para el bosque de ribera del cauce principal Río Hondo, Zacapa (2006)

Obligadas de humedal				Ribereñas de raíz poco profunda			Ribereñas de raíz profunda			Ribereñas de Transición o facultativas			Bosque Seco o Monte Espinoso						
	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp	No	Familia	Gén	Esp
1	Convolvulaceae	1	1	1	Cecropiaceae	1	1	1	Salicaceae	1	1								
2	Onagraceae	1	1	2	Bombacaceae	1	1												
3	Poaceae	1	1	3	Tiliaceae	1	1												
4	Onagraceae	1	1	4	Cesalpinaeae	1	1												
5	Convolvulaceae	1	1	5	Mimosaceae	1	1												
				7	Combretaceae	1	1												
				8	Cecropiaceae	1	1												
				9	Bombacaceae	1	1												
				10	Azadirachta indica	1	1												
	<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>5</b>			<b>10</b>	<b>10</b>			<b>1</b>	<b>1</b>								

**No:** número

**Gén:** género

**Esp:** especie

## **C. Ordenación de las especies del bosque de ribera del Río Uyús**

Para poder establecer la relación y el rol funcional entre las especies vegetales de ribera con el flujo superficial y subsuperficial de un río es necesario auxiliarse de una herramienta como la ordenación.

La ordenación representa las unidades muestrales referidas a espacios de pocas dimensiones versus las especies de ribera, éstas se relacionan entre sí por medio de un gradiente ambiental representado por los ejes del gráfico. El producto final es un gráfico de dos dimensiones en el cual las unidades muestrales y especies que son afines al gradiente estarán juntas, explicándose así su similitud o discimilitud.

La herramienta para la ordenación como el paquete de software “Detrended Correspondence Analysis”, realiza un proceso computacional que implica un análisis de correspondencia entre las especies muestreadas de ribera versus distintas clases de distancias que son espacios de 10 metros, a partir de la orilla del río, permitiendo realizar una ordenación de la vegetación de ribera de acuerdo a sus distintas funciones y roles, dependiendo de la cercanía o lejanía al lecho del río.

Decorana analiza la variación en dos ejes dimensionales, en los cuadros 15 y 20 se presentan los resultados generados, allí se encuentran la lista de especies de ribera muestreadas acompañadas de su respectivo valor de ordenación o media ponderada para cada uno de los ejes. Seguido de los ejes con su valor (eigenvalue), el cual indica la variación del eje o gradiente y finalmente se indica el largo del gradiente el cual es un valor adimensional.

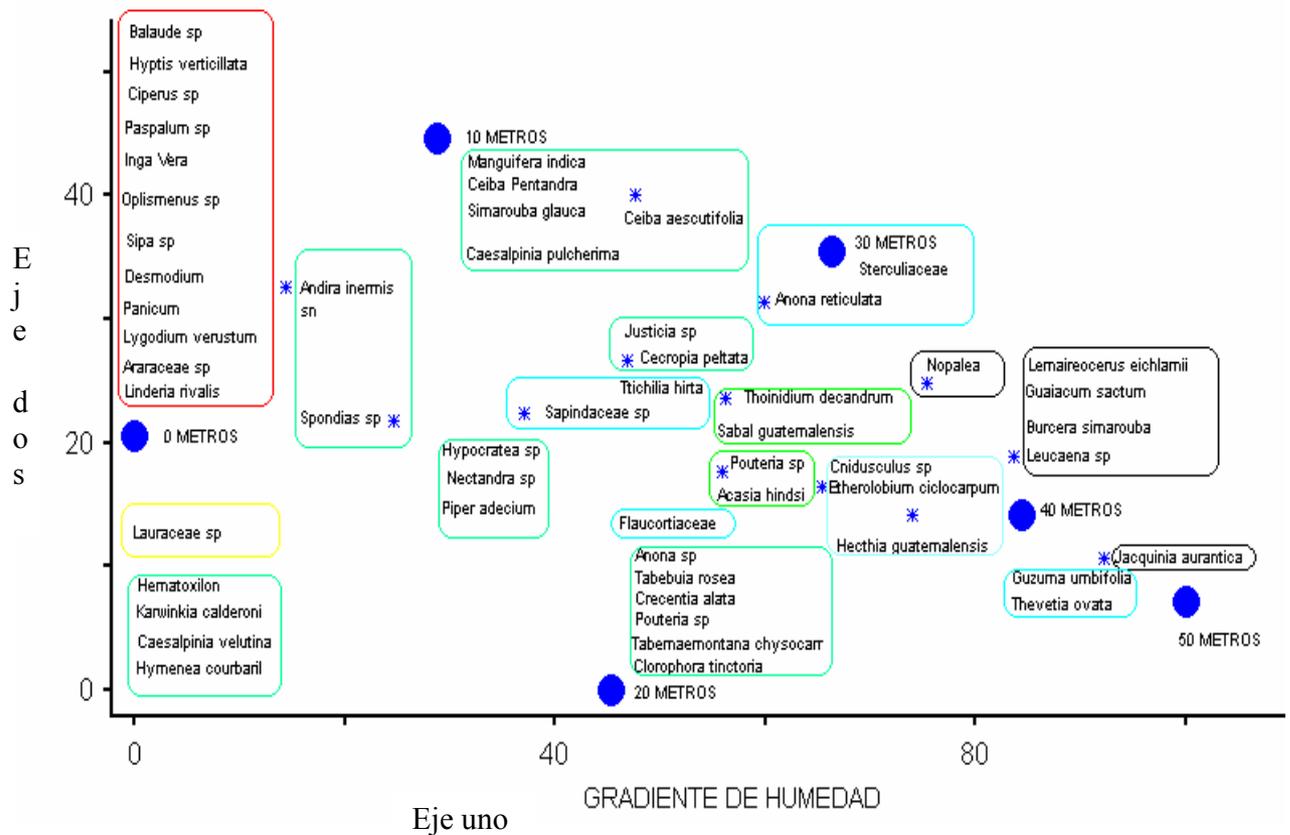
### **a. Ordenación ausencia - presencia de las especies del bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso versus clases de distancias**

#### **i. Interpretación del primer gradiente de ordenación**

El cuadro 15 muestra la salida computacional para la ordenación de las especies de ribera versus clases de distancia, a partir de la ausencia presencia partiendo de la orilla del río,

indicando que la mayor variabilidad se encuentra sobre el eje 1 representado por el gradiente de humedad, con un eigen value de 0.908, por lo cual éste gradiente representa al factor principal del cual depende la distribución de la vegetación de ribera del río Uyús, El Progreso.

El gradiente de humedad está representado por el aporte de humedad de las corrientes de agua proveniente de los ríos que se extiende a lo largo de las riberas, y que es aprovechado por la vegetación ubicada a las orillas de los ríos, manteniéndola siempre verde debido a la influencia que ejerce dicha humedad creando de esta forma un microclima propicio para el desarrollo de las especies de ribera, influenciando un aproximado de 30 a 50 metros de ancho a cada lado de la ribera. Dicha influencia hace que la vegetación de ribera sea diferente a la de las comunidades vegetales de tierra adentro o Bosque Seco. La Figura 13 muestra la distribución de los grupos funcionales a lo largo del gradiente de humedad, las especies se agrupan por la cercanía o lejanía a lecho del río.



Clasificación Funcional de los grupos de vegetación de ribera:

- Obligadas de humedal
- Ribereñas de raíz poco profunda
- Ribereñas de raíz profunda
- Ribereñas de Transición o facultativas
- Bosque seco Monte espinoso.

**Figura 13** Explicación de la dispersión para los valores ponderados de los ejes de variación uno y dos, en la ordenación de vegetación de ribera muestreada en el río Uyús, El Progreso.

Los términos “tipo funcional de vegetación (TFV)” y “grupo funcional de vegetación (GFV)” son sinónimos y se refieren a una clasificación por grupos no filogenéticos de organismos que responden de forma similar a factores ambientales y tienen efectos similares en los procesos dominantes del ecosistema (Baird & Maddock III, 2005; Smith et al., 1997). Mediante la teoría deTFV, se reduce la diversidad de especies a una diversidad de funciones y estructuras; se parte de la idea de que las dinámicas esenciales de los

ecosistemas pueden capturarse mediante la agrupación de especies en un número limitado de *tipos funcionales*. Las estructuras pueden ser árboles, arbustos, hierbas; las funciones pueden ser tipos de procesos fotosintéticos, capacidad de minimizar pérdidas de agua y cambiar el tiempo de crecimiento (Smith et al., 1997).

Lo más común de las propuestas de clasificación por tipos funcionales de vegetación es establecer un listado de criterios diversos sobre categorías de atributos de las plantas, dar los valores correspondientes para el mayor número posible de especies y emplear una batería de análisis multidimensionales sobre estos datos hasta establecer una clasificación, el objetivo es lograr hacer una clasificación pragmática y relativamente sencilla.

El reconocimiento de grupos funcionales o grupos de especies sin parentesco filogenético que tienen papeles similares en los procesos del ecosistema, y que responden de forma parecida a múltiples factores ambientales; para su construcción se hace una preselección subjetiva de rasgos sobre la base de conocimientos del experto y luego un análisis de correlación con gradientes ambientales y criterios regionales o de paisaje. Cuando se tiene unas bases teóricas y pragmáticas claras, es fácil definir los grupos funcionales.

Estos grupos se definieron en base a sus características y aplicando criterios como a) su ubicación dentro de la zona de ribera (cercanía o lejanía de la orilla del río), b) tipo de hábito, c) profundidad de raíz determinada a partir de los cortes y la profundidad propuesta en la metodología para cada Tipo Funcional de Vegetación (TFV) planteado.

## **ii. Interpretación del segundo gradiente de ordenación**

El Cuadro 15 indica la salida computacional para el eje 2, mostrando la ordenación de las especies de ribera versus clases de distancia, indicando que el eje 2 tiene el segundo lugar en variabilidad siendo mucho más pequeño que el eje 1 o gradiente de humedad.

El eje 2 está representado por la posición fisiográfica local del área con un eigen valor de 0.223, por lo cual éste gradiente representa el segundo factor principal del cual depende la distribución de la vegetación de ribera. Ya que de acuerdo a la posición

fisiográfica se produce la distribución litológica de los materiales como la arena, arcilla, limo y la materia orgánica, y dependiendo de la distribución de estos materiales se puede explicar las características físico-químicas del suelo donde se ubica cada uno de los grupos funcionales de vegetación (GFV) identificados.

En la Figura 13 se observa que el segundo eje, el extremo superior con valores desde 50 hasta 22 se ubica la posición fisiográfica de terraza nueva y paredón, seguido de la posición fisiográfica intermedios de llanura de inundación y escarpe con valores desde 22 hasta 20 y por último en el extremo inferior se ubica la posición fisiográfica de terraza antigua con valores desde 22 hasta 1, en la ordenación ausencia versus presencia no es tan notoria la diferenciación entre la ribera oeste y la este.

**Cuadro 15** Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación ausencia-presencia de la vegetación de ribera muestreada en el río Uyús, El Progreso (2006)

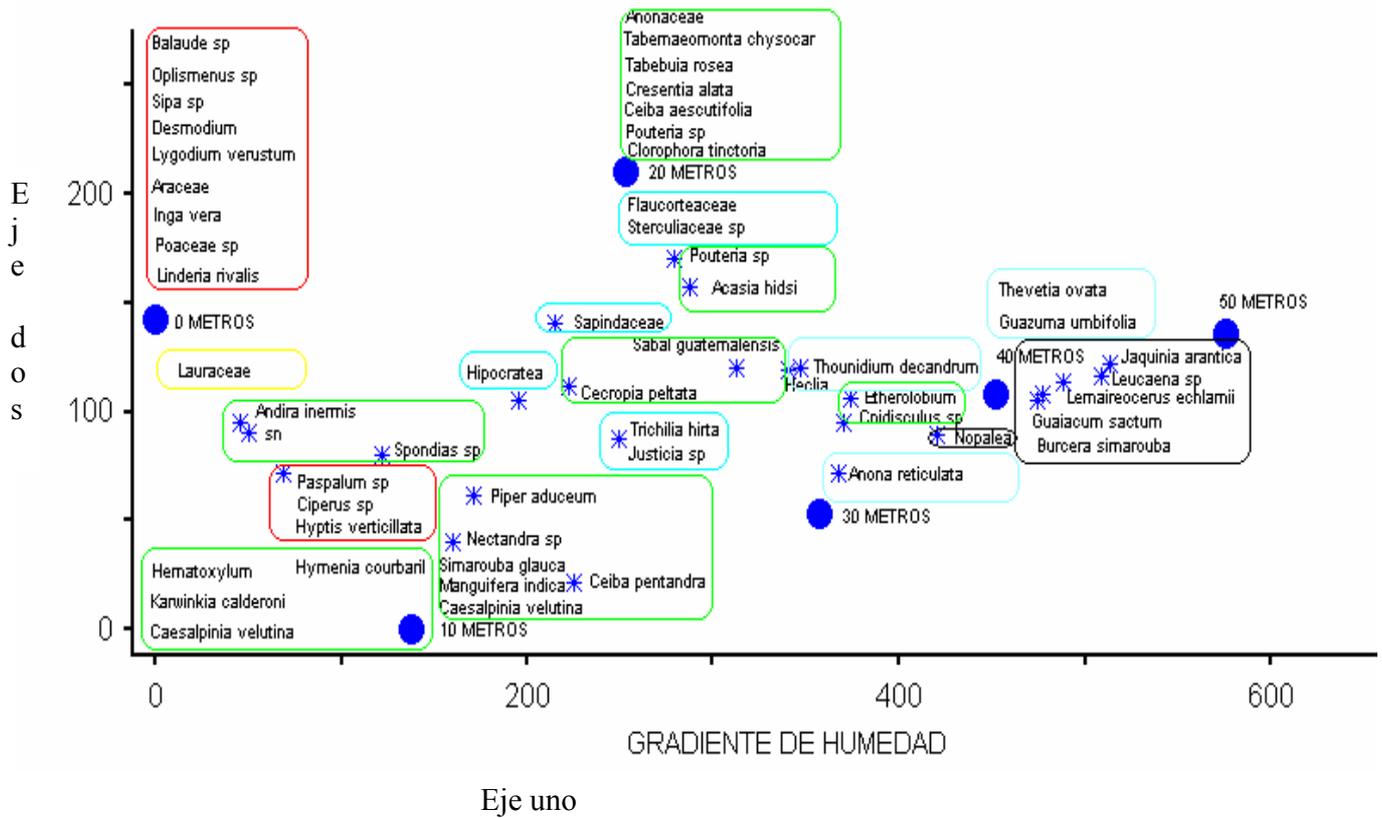
No	Nombre	Eje1	Eje2	Eje3	eje 1	eje 2
					EIG= .908	EIG= .223
1	RubLud	483	145	57	1 RubLud	483   17 sn 220
2	PoaPan	483	145	57	2 PoaPan	483   19 Fla 220
3	MimIng	483	145	57	36 AraPes	483   45 AnoAno 220
4	CecPel	245	81	44	37 RhaKar	483   46 ApoTab 220
5	AnaSpo	356	122	63	38 AraBal	483   47 BigTab 220
6	PipAdeu	292	110	66	39 HypVer	483   49 BigCre 220
7	MimLeu	50	96	41	40 CipCip	483   30 ZapPou 220
8	SapTho	194	91	83	41 PoaPas	483   1 RubLud 145
9	BomCei	250	11	45	21 Anodos	483   2 PoaPan 145
10	sinnom	417	72	74	43 CaeHym	483   36 AraPes 145
11	MimEth	142	121	80	44 PoaOpli	483   37 RhaKar 145
12	FabAnd	417	72	74	3 MimIng	483   38 AraBal 145
13	Ste	150	22	0	25 CaeVel	483   39 HypVer 145
14	BroHec	96	127	41	52 MalSip	483   40 CipCip 145
15	Sap	292	110	66	53 FabDes	483   41 PoaPas 145
16	AnoRet	181	47	97	54 LygVer	483   21 Anodos 145
17	sn	234	220	42	29 Her	483   43 CaeHym 145
18	MelTri	245	81	44	10 sinnom	417   44 PoaOpli 145
19	Fla	234	220	42	12 FabAnd	417   3 MimIng 145
20	LauNec	292	110	66	5 AnaSpo	356   25 CaeVel 145
21	Anodos	483	145	57	33 SimSim	350   52 MalSip 145
22	CacLem	50	96	41	34 BomAes	350   53 FabDes 145
23	ZygGua	50	96	41	26 CaePul	350   54 LygVer 145
24	TheJac	0	133	62	51 AnaMan	350   29 Her 145
25	CaeVel	483	145	57	27 HypHyp	292   24 TheJac 133
26	CaePul	350	0	91	20 LauNec	292   14 BroHec 127
27	HypHyp	292	110	66	6 PipAdeu	292   5 AnaSpo 122
28	BurSim	50	96	41	15 Sap	292   42 MimAca 121
29	Her	483	145	57	9 BomCei	250   11 MimEth 121
30	ZapPou	234	220	42	35 AcaJus	245   48 ZapPou 121
31	EupCni	142	121	80	4 CecPel	245   50 AreSab 121
32	Nop	96	71	99	18 MelTri	245   31 EupCni 121
33	SimSim	350	0	91	17 sn	234   55 ApoThe 120
34	BomAes	350	0	91	19 Fla	234   56 SteGua 120
35	AcaJus	245	81	44	45 AnoAno	234   6 PipAdeu 110
36	AraPes	483	145	57	46 ApoTab	234   27 HypHyp 110
37	RhaKar	483	145	57	49 BigCre	234   20 LauNec 110
38	AraBal	483	145	57	47 BigTab	234   15 Sap 110
39	HypVer	483	145	57	30 ZapPou	234   23 ZygGua 96
40	CipCip	483	145	57	8 SapTho	194   28 BurSim 96
41	PoaPas	483	145	57	48 ZapPou	192   22 CacLem 96
42	MimAca	192	121	21	50 AreSab	192   7 MimLeu 96
43	CaeHym	483	145	57	42 MimAca	192   8 SapTho 91
44	PoaOpli	483	145	57	16 AnoRet	181   4 CecPel 81
45	AnoAno	234	220	42	13 Ste	150   35 AcaJus 81
46	ApoTab	234	220	42	31 EupCni	142   18 MelTri 81
47	BigTab	234	220	42	11 MimEth	142   12 FabAnd 72
48	ZapPou	192	121	21	32 Nop	96   10 sinnom 72
49	BigCre	234	220	42	14 BroHec	96   32 Nop 71
50	AreSab	192	121	21	22 CacLem	50   16 AnoRet 47
51	AnaMan	350	0	91	28 BurSim	50   13 Ste 22
52	MalSip	483	145	57	7 MimLeu	50   9 BomCei 11
53	FabDes	483	145	57	23 ZygGua	50   34 BomAes 0
54	LygVer	483	145	57	56 SteGua	42   51 AnaMan 0
55	ApoThe	42	120	199	55 ApoThe	42   33 SimSim 0
56	SteGua	42	120	199	24 TheJac	0   26 CaePul 0

## **b. Ordenación por densidad de las especies del bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso versus clases de distancia**

### **i. Interpretación del primer gradiente de ordenación**

El Cuadro 20 muestra la salida computacional para la ordenación de las especies de ribera versus clases de distancia, a partir de la orilla del río y utilizando valores de densidad, indicando que la mayor variabilidad se encuentra sobre el eje 1 representado por el gradiente de humedad, con un eigen valor de 0.904, por lo cual éste gradiente representa al factor principal del cual depende la distribución de la vegetación de ribera del río Uyús, El Progreso.

La Figura 14 muestra una distribución más real de las especies en relación a las distintas clases de distancias, que ocupa cada Grupo Funcional de Vegetación (GFV), a partir de la orilla del río, por lo cual la utilización de la densidad promedio es más recomendable para realizar la ordenación de los grupos funcionales sobre la ribera.



Clasificación funcional de los grupos de vegetación de ribera:

- **Obligadas de Humedal**
- **Ribereñas de Raíz poco Profunda**
- **Ribereñas de Raíz Profunda**
- **Ribereñas de Transición o Facultativas**
- **Bosque seco Monte Espinoso.**

**Figura 14** Explicación de la dispersión para los valores ponderados de densidad para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de la vegetación de ribera para el río Uyús, El Progreso.

Los grupos funcionales identificados para el bosque de ribera del río Uyús son:

El grupo funcional **Obligado de humedal** se encuentra ocupando los primeros 10 metros a partir de la orilla del río y tienen la capacidad de sobrevivir en suelos saturados pudiendo colonizar de esta forma las orillas de los ríos, poseen un hábito herbáceo en su mayoría encontrándose alguna vegetación de hábito arbóreo, entre las cuales está la *Inga vera* (fabaceae). Maneja una profundidad de radicular de 0 a 30 cm. en promedio. La posición fisiográfica donde se ubica este grupo va de una llanura de inundación a una terraza reciente (Cuadro 16).

**Cuadro 16** Listado de especies Obligadas de Humedal para el Rio Uyús (2006)

Obligadas de Humedal				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HÁBITO	CODIGO
Jasmin de agua	<i>Lindenia rivalis</i> Benth	Rubiaceae	Herbácea	RubLud
	<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	Herbácea	PoaPan
Inga	<i>Inga Vera</i>	Mimosaceae	Árbol	MimIng
		sn	Árbol	sinnom
Cola de pecado		Arecaceae	Herbácea	AraPes
Palma	<i>Bactris</i> sp.	Arecaceae	Herbácea	AraBal
Verbena	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq	Lamiaceae	Herbácea	HypVer
	<i>Cyperus</i> sp.	Cipeeraceae	Herbácea	CipCip
	<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	Herbácea	PoaPas
	<i>Oplismenus</i> sp.	Poaceae	Herbácea	PoaOpli
Sipa	<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	Herbácea	MalSip
	<i>Desmodium</i> sp.	Fabaceae	Herbácea	FabDes
Helecho	<i>Lygodium venustum</i>	Schizaeaceae	Herbácea	LygVer

El grupo funcional **Ribereñas de raíz poco profunda** se encuentra ocupando la posición de 0 a 30 metros a partir de la orilla del río, no tiene la capacidad de soportar largos períodos de tiempo con suelos saturados por lo cual ocupa las posiciones intermedias de la ribera principalmente, poseen un hábito arbóreo y arbustivo principalmente existiendo algunas herbáceas. Maneja una profundidad de radicular que alcanza los 60 cm. en promedio y ocupa una posición fisiográfica de llanura de inundación (Cuadro 17).

**Cuadro 17** Listado de especies ribereñas de raíz poco profunda para el Río Uyués (2006)

<b>Ribereñas de Raíz poco Profunda</b>				
<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>HÁBITO</b>	<b>CODIGO</b>
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	Árbol	CecPel
Jocote	<i>Spondias</i> sp.	Anacardeaceae	Árbol o Arbusto	AnaSpo
Cordoncillo	<i>Piper aduncun</i> L	Piperaceae	Herbácea	PipAdeu
Zorrillo	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb & Bonpl)	Sapindaceae	Árbol	SapTho
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> ( L.) Gaerth	Bombacaceae	Árbol	BomCei
Almendo de río	<i>Andira inermis</i> (Swartz) HBK.	Fabaceae	Árbol	FabAnd
Piñuelón	<i>Hechtia guatemalensis</i> Mez	Bromeliaceae	Herbácea	Broche
Mora o Moral	<i>Clorophora tinctoria</i> (L) Gaud.	Moraceae	Árbol	sn
Aguacatillo	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	Árbol	LauNec
Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britt & Rose) Standl	Caesalpinaceae	Árbol	CaeVel
Santa Rosa	<i>Caesalpinia pulcherima</i> ( L ) Swart	Caesalpinaceae	Árbol	CaePul
	<i>Hippocratea</i> sp.	Hipocrateaceae	Árbol	HypHyp
	<i>Hematoxylum</i> sp.	Fabaceae	Árbol	Her
Zapote	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotaceae	Árbol	ZapPou
Jocote de Mico	<i>Simarouba glauca</i> DC	Simaruobaceae	Árbol	SimSim
Morul o Ceibillo	<i>Ceiba aescutifolia</i> HBK & Baker	Bombacaceae	Árbol	BomAes
	<i>Justicia</i> sp.	Acanthaceae	Herbácea	AcaJus
	<i>karwinskia</i> sp.	Rhamnaceae	Árbol	RhaKar
Ixcanal	<i>Acacia hindsii</i> Benth	Mimosaceae	Árbol	MimAca
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpinaceae	Árbol	CaeHym
Anona		Anonaceae	Árbol	AnoAno
Chapupo	<i>Tabernaemontana chysocarr</i> Blake.	Apocynaceae	Árbol o Arbusto	ASOTAB
Matiliscute	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Bignoniaceae	Árbol	BigTab
Zapote	<i>Pouteria</i> sp	Zapotaceae	Árbol	ZapPou
Morro	<i>Crescentia alata</i> HBK	Bignoniaceae	Herbácea	BigCre
Sabal	<i>Sabal guatemalensis</i> Beccari.	Arecaceae	Herbácea	AreSab
Mango	<i>Manquifera indica</i> L	Anacardeaceae	Árbol	AnaMan

El grupo funcional **Ribereñas de raíz profunda** se encuentra ocupando los primeros 10 metros a partir de la orilla del río pudiéndose extender a los 40 metros, este comportamiento se explica debido a la posición fisiográfica, la cual se presenta como un escarpe seguido de una terraza reciente, poseen un hábito arbóreo principalmente y no soportan largos períodos de sequía, teniendo la capacidad de aprovechar el agua del manto freático. Maneja una profundidad radicular hasta 4 metros en promedio pudiendo llegar hasta 5 metros, estas profundidades de raíces son alcanzadas con el objeto de

obtener humedad y estabilidad. Un ejemplar encontrado de este grupo es un árbol de la familia lauraceae representado con el código Anodos.

El grupo funcional **Ribereñas de transición o facultativas** se encuentra ocupando las posiciones de 15 a 40 metros a partir de la orilla del río, tiene hábito arbóreo y arbustivo principalmente, la posición fisiográfica se presenta como las orillas de los escarpes y terrazas, se define como toda la vegetación que rodea o esta alrededor de los bosques de ribera. Maneja una profundidad radicular desde más de 60 centímetros hasta 4 metros (Cuadro 18).

**Cuadro 18** Listado de especies Ribereñas de transición o facultativas para el Río Uyús (2006)

<b>Ribereñas de Transición o Facultativas</b>				
<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>HÁBITO</b>	<b>CODIGO</b>
Conacaste	<i>Etherolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Mimosaceae	Árbol	MimEth
		Sterculiaceae	Árbol	Ste
		Sapindaceae	Árbol	Sap
Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	Anonaceae	Árbol	AnoRet
Quesillo	<i>Trichilia hirta</i> L.	Meliaceae	Árbol	MelTri
Cabalero	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq) Sarg	Ulmaceae	Árbol	Fla
Chichicaste de Caballo	<i>Cnidoculos tubulosos</i> (Muelll Agr.) I.M. Johnston	Euphorbiaceae	Arbusto	EupCni
Chilindrón	<i>Thavetia ovata</i> (Cav) A. DC.	Apocynaceae	Arbusto	ApoThe
Caulote	<i>Guazuma umbifolia</i> Lam	Sterculiaceae	Arbusto ó árbol	SteGua

El grupo de **Bosque seco monte espinoso** se encuentra ocupando la posición de los 35 a mayor de 50 metros a partir de la orilla del río, presenta un hábito arbustivo principalmente, la posición fisiográfica se presenta como paredones y laderas. Maneja una profundidad radicular de hasta 5 metros (Cuadro 19).

**Cuadro 19** Listado de especies Bosque seco monte espinoso para el río Uyús (2006)

<b>Bosque Seco Monte Espinoso</b>				
<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>HÁBITO</b>	<b>CODIGO</b>
Yaje	<i>Leucaena</i> sp	Mimosaceae	Árbol	MimLeu
Tuno	<i>Lemnireocerus echlamii</i> Britt. & Rose	Cactaceae	Arbusto	CacLem
Guayacán	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Zygophyllaceae	Arbusto	ZygGua
Durucho	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Ait	Theophrataceae	Arbusto	TheJac
Jiote	<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg	Burceraceae	Árbol	BurSim
Nopal	<i>Nopalea guatemalensis</i> Rose	Cactaceae	Arbusto	Nop

## ii. Interpretación del segundo gradiente de ordenación

En el Cuadro 20 se indica la salida computacional para la ordenación de las especies de ribera versus clases de distancia para el eje 2, indicando que tiene el segundo lugar en variabilidad y siendo mucho más pequeño que el eje 1 ó gradiente de humedad y menor a al engine valor que se reporta para el eje dos en el ordenamiento ausencia presencia.

El eje 2 está representado por la fisiografía local del área y las características físico-químicas del suelo con un engine valor de 0.103, por lo cual éste gradiente representa el segundo factor principal del cual depende la distribución de la vegetación de ribera.

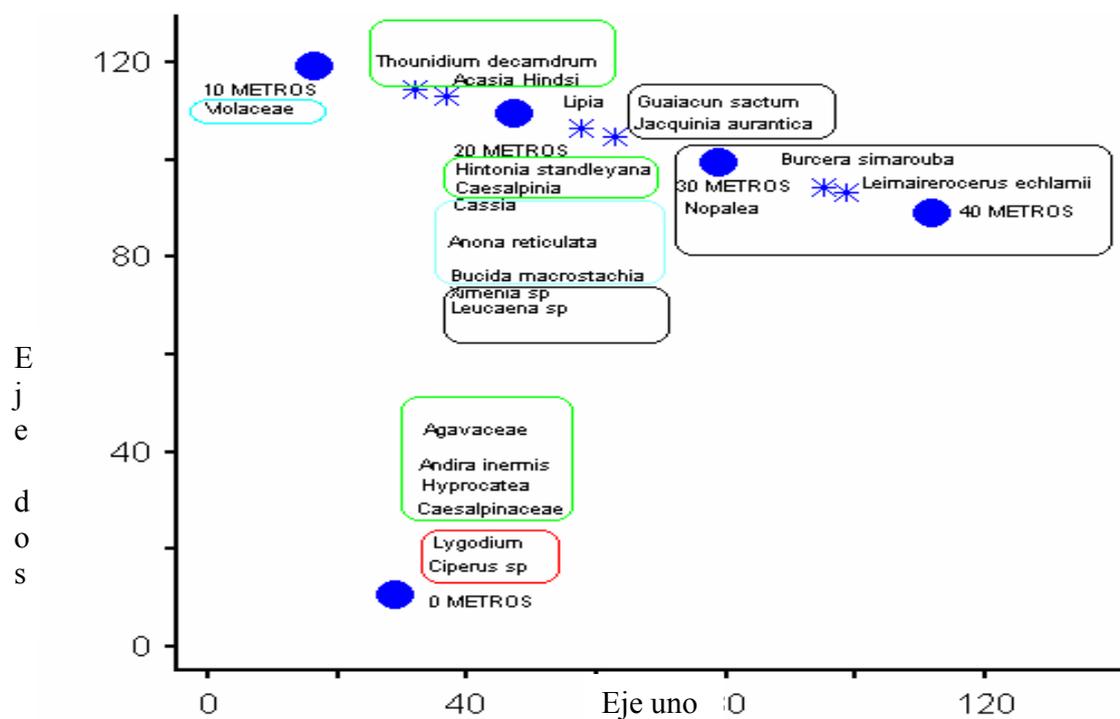
En la Figura 11 se observa que el segundo eje, el extremo superior reporta valores desde 300 hasta 150 y se ubica en la posición fisiográfica de terraza nueva y paredón, seguido de la posición fisiográfica de llanura de inundación y escarpe distribuida en dos rangos con valores desde 150 hasta 130 y de 70 hasta 50, por último en el extremo inferior se ubica la posición fisiográfica de terraza antigua distribuidos en dos rangos, con valores desde 130 hasta 70 y de 50 a 1, la ordenación por densidad de las especies versus la distancia a partir de la orilla del río responde más a la diferenciación entre la ribera oeste y la este.

**Cuadro 20** Resumen de la salida computacional para las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación por densidad de la vegetación de ribera muestreada en el río Uyús, El Progreso (2006)

No	Nombre	Eje1	Eje2	Eje3	eje 1		eje 2			
					EIG= .904		EIG= .103			
1	RubLud	0	142	53	24	TheJac	513	17	sn	210
2	Poa	0	142	53	7	MimLeu	508	34	BomAes	210
3	MimIng	0	142	53	22	CacLem	488	19	Fla	210
4	CecPel	222	111	52	28	BurSim	477	45	AnoAno	210
5	AnaSpo	121	80	64	23	ZygGua	474	46	ApoTab	210
6	PipAdu	171	61	68	55	ApoThe	451	47	BigTab	210
7	MimLeu	508	116	17	56	SteGua	451	49	BigCre	210
8	SapTho	340	119	57	32	Nop	420	13	Ste	210
9	BomCei	225	21	23	11	MimEth	374	30	ZapPou	210
10	sinnom	45	94	59	31	EupCni	370	48	ZapPou	170
11	MimEth	374	106	55	16	AnoRet	367	42	MimAca	157
12	FabAnd	50	90	59	14	BroHec	347	2	Poa	142
13	Ste	253	210	64	8	SapTho	340	1	RubLud	142
14	BroHec	347	119	25	50	AreSab	312	36	AraPes	142
15	Sap	214	140	66	42	MimAca	287	37	RhaKar	142
16	AnoRet	367	71	72	48	ZapPou	279	38	AraBal	142
17	sn	253	210	64	47	BigTab	253	53	FabDes	142
18	MelTri	249	87	28	17	sn	253	21	Laudos	142
19	Fla	253	210	64	34	BomAes	253	44	PoaOpli	142
20	LauNec	159	40	69	19	Fla	253	25	Caevel	142
21	Laudos	0	142	53	45	AnoAno	253	3	MimIng	142
22	CacLem	488	113	66	46	ApoTab	253	52	Malsip	142
23	ZygGua	474	104	32	49	BigCre	253	54	LygVer	142
24	TheJac	513	122	59	13	Ste	253	29	Her	142
25	Caevel	0	142	53	30	ZapPou	253	15	Sap	140
26	Caepul	137	0	70	35	AcaJus	249	24	TheJac	122
27	HypHyp	195	105	67	18	MelTri	249	50	AreSab	120
28	BurSim	477	108	57	9	BomCei	225	8	SapTho	119
29	Her	0	142	53	4	CecPel	222	14	BroHec	119
30	ZapPou	253	210	64	15	Sap	214	7	MimLeu	116
31	EupCni	370	95	33	27	HypHyp	195	22	CacLem	113
32	Nop	420	89	86	6	PipAdu	171	4	CecPel	111
33	SimSim	137	0	70	20	LauNec	159	28	BurSim	108
34	BomAes	253	210	64	33	SimSim	137	56	SteGua	107
35	AcaJus	249	87	28	26	Caepul	137	55	ApoThe	107
36	AraPes	0	142	53	51	AnaMan	137	11	MimEth	106
37	RhaKar	0	142	53	5	AnaSpo	121	27	HypHyp	105
38	AraBal	0	142	53	41	PoaPas	68	23	ZygGua	104
39	HypVer	68	71	61	40	CipCip	68	31	EupCni	95
40	CipCip	68	71	61	43	Caehym	68	10	sinnom	94
41	PoaPas	68	71	61	39	HypVer	68	12	FabAnd	90
42	MimAca	287	157	26	12	FabAnd	50	32	Nop	89
43	Caehym	68	71	61	10	sinnom	45	35	AcaJus	87
44	PoaOpli	0	142	53	2	Poa	0	18	MelTri	87
45	AnoAno	253	210	64	3	MimIng	0	5	AnaSpo	80
46	ApoTab	253	210	64	21	Laudos	0	41	PoaPas	71
47	BigTab	253	210	64	38	AraBal	0	40	CipCip	71
48	ZapPou	279	170	36	37	RhaKar	0	39	HypVer	71
49	BigCre	253	210	64	53	FabDes	0	43	Caehym	71
50	AreSab	312	120	0	44	PoaOpli	0	16	AnoRet	71
51	AnaMan	137	0	70	52	Malsip	0	6	PipAdu	61
52	Malsip	0	142	53	54	LygVer	0	20	LauNec	40
53	FabDes	0	142	53	36	AraPes	0	9	BomCei	21
54	LygVer	0	142	53	1	RubLud	0	51	AnaMan	0
55	ApoThe	451	107	153	29	Her	0	33	SimSim	0
56	SteGua	451	107	153	25	Caevel	0	26	Caepul	0

#### D. Ordenación por densidad de las especies del bosque de ribera para Río Hondo y Quebrada Seca, Zacapa versus clases de distancia

Según Figura 15 Los grupos funcionales identificados para el bosque de ribera de la quebrada denominada El Platanar son: **Obligadas de Humedal, Ribereñas de Raíz poco profunda, Ribereñas de Raíz Profunda, Ribereñas de Transición o Facultativas y el grupo más predominante es el Bosque seco Monte Espinoso**, esto se explica debido a que la corriente es de carácter intermitente ya que solo lleva agua en invierno, por lo cual la ribera solo alcanza 20 metros en promedio (Cuadro 22).



Clasificación funcional de los grupos de vegetación de ribera:

- Obligadas de humedal
- Ribereñas de raíz poco profunda
- Ribereñas de raíz profunda
- Ribereñas de Transición o facultativas
- Bosque seco Monte espinoso

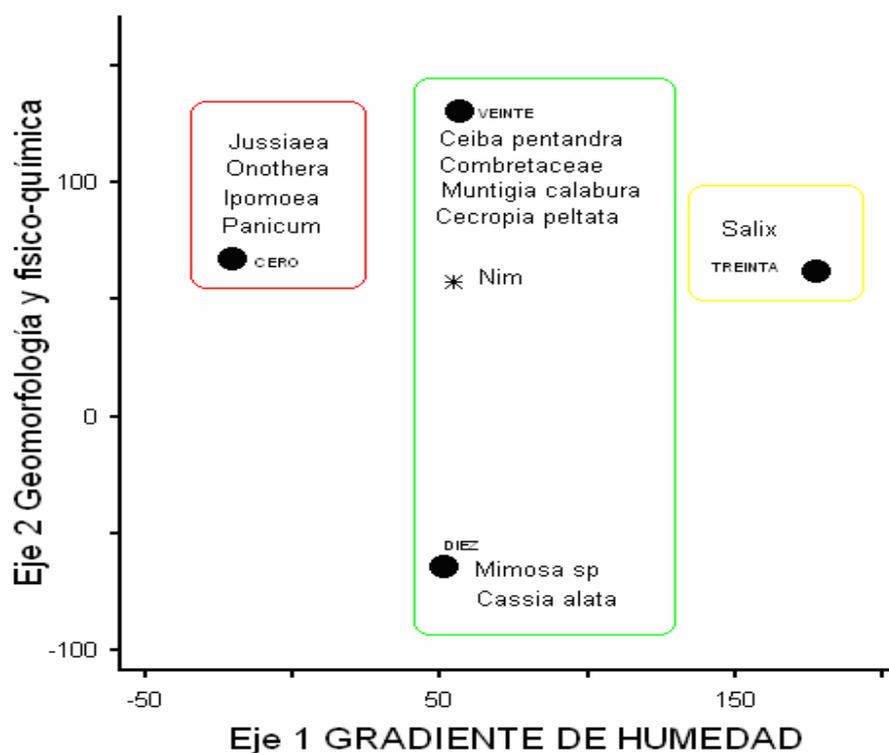
**Figura 15** Explicación de la dispersión de los grupos funcionales a partir de valores de densidad para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de la vegetación de ribera para Quebrada el platanar Río Hondo.

**Cuadro 21** Listado de especies de ribera por grupo funcional de vegetación Quebrada denominada el Platanar (2006)

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HÁBITO	CODIGO
<b>Obligadas de Humedal</b>				
	<i>Cyperus</i> sp.	Cipeeraceae	Herbácea	CipCipe
	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Araceae	Herbácea	Lygod
<b>Ribereñas de Raíz Poco Profunda</b>				
Almendo de Río	<i>Andira inermis</i> (Swartz) HBK.	Fabaceae	Árbol	FabAnd
	<i>Hippocratea</i> sp.	Hippocrateaceae	Árbol	HypHyp
Zarrillo	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb & Bonpl)	Sapindaceae	Árbol	SapTho
Ixcanal	<i>Acacia hindsii</i> Benth	Mimosaceae	Arbusto	MimIxc
Santa Rosa	<i>Caesalpinia pulcherima</i> ( L ) Swart	Caesalpinaceae	Árbol	CaeCaes
	<i>Caesalpinia</i> sp.	Caesalpinaceae	Arbusto	Cae
Quina	<i>Hintonia stanndleyana</i> Bullock in Hook	Rubiaceae	Arbusto	RubHin
Piñuelón	<i>Hechtia guatemalensis</i> mez	Bromeliaceae	Herbácea	Agava
<b>Ribereñas de Transición o Facultativas</b>				
		Violaceae	Árbol	VioXim
Anona	<i>Annona reticulata</i> L	Anonaceae	Árbol	Ano
Roble de Montaña	<i>Bucida macrostachya</i> Standl.	Combretaceae	Árbol	ComBuc
	<i>Cassia</i> sp.	Caesalpinaceae	Arbusto	CasCae
<b>Bosque Seco Monte Espinoso.</b>				
Yaje	<i>Leucaena</i> sp.	Mimosaceae	Árbol	MimLeu
Jiote	<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg	Burceraceae	Árbol	BurBur
Tuno	<i>Lemnaireocerus echlamii</i> Brito. & Rose	Cactaceae	Arbusto	CacLema
Nopal	<i>Nopalea guatemalensis</i> Rose	Cactaceae	Arbusto	NopNop
Durucho	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Ait	Theophrataceae	Arbusto	TheJac
Guyacan	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Zygophylaceae	Arbusto	ZygGua
Nance de iguana	<i>Ximena americana</i> L.	Olacaceae	Arbusto	OleXim
Laurel	<i>Lippia graveolens</i> HBK	Verbenaceae	Herbácea	Lipgrav

Según la Figura 16 los grupos funcionales identificados para el bosque de ribera del cauce principal de Río Hondo, Zacapa son: **Obligadas de Humedal, Ribereñas de Raíz poco Profunda, y ribereñas de raíz Profunda en el caso del grupo de las Facultativas y del Bosque Seco Monte Espinoso** no se reportó ninguna especie, esto es debido a

que en los alrededores de las ribera predomina la agricultura y el corredor de ribera de este río se encuentra disturbado y segmentado, pero existen algunos partes en donde la vegetación se encuentran en buen estado (Cuadro 22).



Clasificación funcional de los grupos de vegetación de ribera:

- Obligadas de humedal
- Ribereñas de raíz poco profunda
- Ribereñas de raíz profunda
- Ribereñas de Transición o facultativas
- Bosque seco Monte espinoso

**Figura 16** Explicación de la dispersión de los grupos funcionales a partir de valores de densidad para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de la vegetación de ribera para Río Hondo cauce principal.

**Cuadro 22** Listado de especies de ribera por grupo funcional de vegetación Río Hondo Cauce principal (2006).

<b>Obligadas de humedal</b>				
<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>HÁBITO</b>	<b>CODIGO</b>
	<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	Herbácea	Conipo
	<i>Jussiaea</i> sp.	Onagraceae	Herbácea	Juss
	<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	Herbácea	Poapan
	<i>Oenothera</i> sp.	Onagraceae	Herbácea	Onaoen
<b>Ribereñas de raíz poco profunda</b>				
Nim	<i>Azadirachta indica</i>		Árbol	Nim
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	Árbol	CecPel
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> ( L.) Gaerth	Bombacaceae	Árbol	Bomcei
Capulín Blalnco	<i>Muntigia calabura</i> L.	Tiliaceae	Árbol	Tilmun
	<i>Cassia alata</i> L.	Cesalpinaeae	Arbusto	Caecas
	<i>Mimosa</i> sp.	Mimosacee	Arbusto	Mimmin
		Combretaceae	Arbusto	Com
<b>Ribereñas de raíz profunda</b>				
Sauce	<i>Salix bomplaudiaus</i>	Salicaceae	Árbol	Salsau

Hábito: a: Arbol b: arbusto h: herbácea

### **E. Clasificación de las parcelas del bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso**

El resultado de la clasificación es un dendograma en donde se puede apreciar la dicotomía formada en los 4 niveles de clasificación propuesta por el programa. El orden y secuencia de las parcelas de muestreo responde principalmente a la semejanza reconocidas entre ellas.

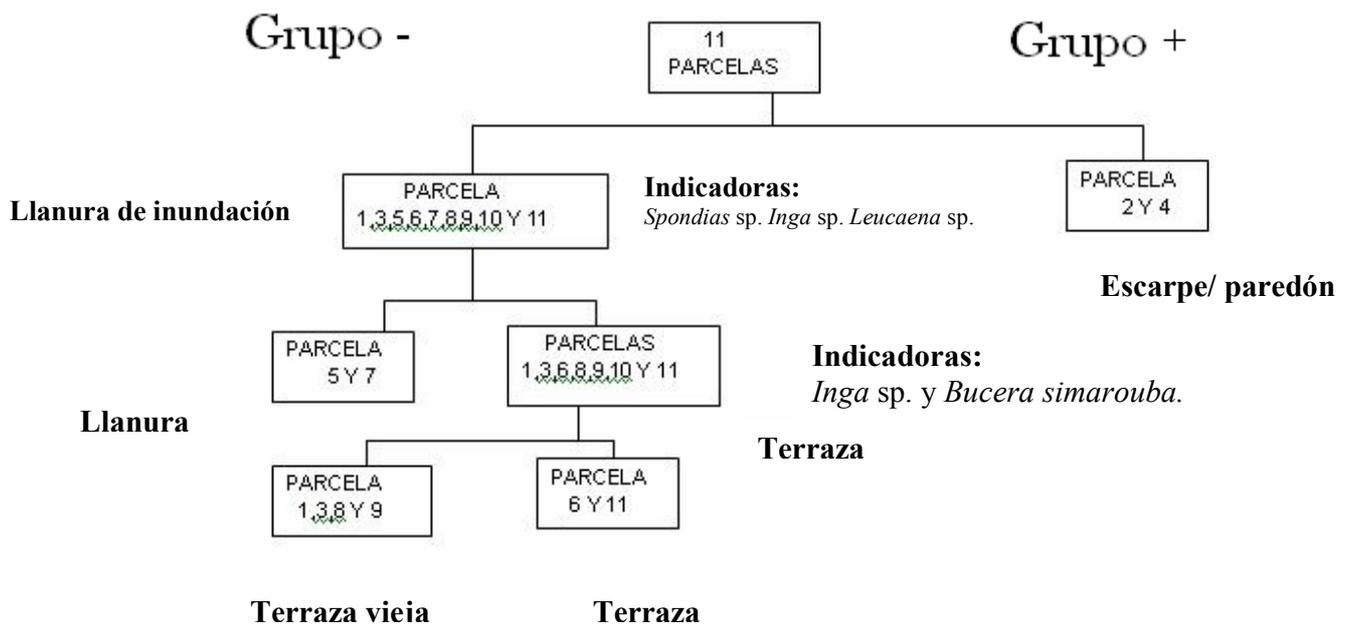
La división de los grupos de parcelas está dada por las especies diferenciales, las cuales pueden ser:

- a) Indicadoras: Distribuidas exclusivamente o casi exclusivamente en un grupo determinado de parcelas.

b) Preferenciales: Especies que se pueden encontrar en varios grupos pero presentan un desarrollo óptimo en un grupo determinado.

c) Indiferentes: Especies que no presentan preferencias por algún grupo de parcela en especial.

El dendograma jerárquico dicotómico de la clasificación por TWINSPLAN (Figura 17), muestra los resultados de las relaciones de los grupos de parcelas para la vegetación de ribera del Río Uyús, en dicha figura se aprecia los distintos niveles de clasificación:



**Figura 17** Dendograma de la clasificación de las parcelas levantadas en el bosque de ribera del río Uyús, El Progreso.

El análisis parte de la segmentación de las 11 parcelas muestreadas y su subsecuente división dicotómica en niveles (ver Figura 17 y Cuadro 23 como referencia). Determinándose que en el primer nivel la división del grupo positivo esta configurada por 2 parcelas que guardan ciertas semejanzas, las cuales son las parcelas 2 y 4, éstas se

encuentran en una posición alta, y son expuestas sobre un escarpe y un paredón respectivamente, en donde reciben la fuerza hidráulica de la corriente y el flujo superficial no está en contacto directo con la vegetación. La división del grupo negativo esta compuesta por las 9 parcelas restantes siendo las especies indicadoras ***Spondias sp. (obligada de humedal)***, ***Inga vera (ribereña de raíz poco profunda)*** y ***Leucaena sp. (Bosque seco)*** y son expuestas sobre llanura de inundación y terraza.

Para el segundo nivel la división parte de las 9 parcelas restantes, separando al grupo negativo en dos parcelas, las cuales son la 5 y 7, las cuales se ubican en una posiciones bajas, encontrándose expuestas en llanura de inundación y en ambas desborda en río y la vegetación si recibe influencia directa del flujo superficial. La división positiva esta integrada por las 7 parcelas restantes, en donde las especies indicadoras son ***Inga vera (ribereña de raíz poco profunda)*** y ***Burcera simarouba (Bosque seco)*** y son expuestas sobre terraza.

En el caso del tercer nivel la división parte de las 7 parcelas restantes, separando al grupo positivo en 2 parcelas las cuales son, integradas por las parcelas 6 y 11, ubicándose en una posición baja y alta respectivamente y con exposición en escarpe y llanura de inundación, teniendo en común el desborde del río. La división negativa está integrada por las 5 parcelas restantes.

Para el caso del cuarto nivel la división parte de las 5 parcelas restantes, separando al grupo positivo en una parcela, la cual es la parcela 3, la cuál se ubican en una posiciones baja, encontrándose expuesta una llanura de inundación donde se da el desborda en río, y la vegetación si recibe influencia directa del flujo superficial, siendo la especie indicadora ***Nectandra sp. (ribereña de raíz poco profunda)***La división negativa esta integrada por las 4 parcelas restantes las cuales son 1, 8,9 y 10.

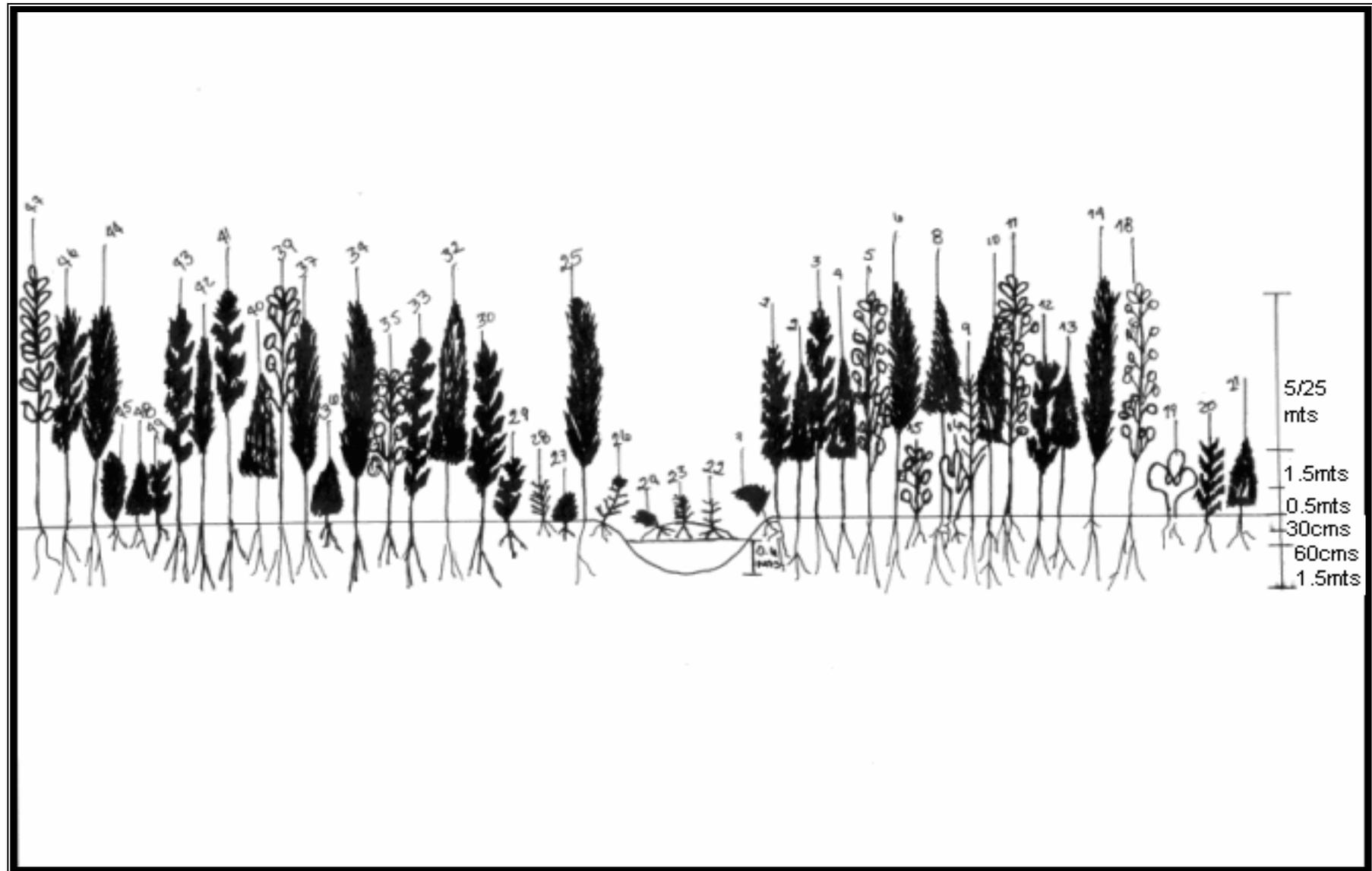
**Cuadro 23** Características biofísicas de las parcelas muestreadas.

<b>Bosque de ribera del Río Uyús, El Progreso.</b>						
<b>No.</b>	<b>Altura (msnm)</b>	<b>Coordenadas UTM datum WGS84</b>	<b>Exposición de Ribera</b>	<b>Posición fisiográfica</b>	<b>Transecto</b>	<b>Observaciones.</b>
1	310	16P 0194400 y UTM 1654926	Oeste	Terraza reciente seguido de paredón.	1	
2	305	16P 0194514 y UTM 1654891.	Este	Escarpe seguido de Terraza reciente.	1	
3	300	16P 0194460 y UTM 1654854.	Este	Llanura de inundación	2	
4	295	16P 0194448 y UTM 1654863	Oeste	Paredón.	2	
5	290	16P 0194244 y UTM 1654821.	Oeste	Terraza reciente seguida de escarpe.	3	
6	290	16P 0194303 y UTM 1654764.	Este	Terraza reciente seguida de escarpe.	3	
7	280	16 P 0194276 Y UTM 654700	Oeste	Llanura de inundación	4	
8	270	16P 0194585 y UTM 1654440.	Este	Llanura de inundación	5	
9	270	16P 019437 y UTM 1654429	Oeste	Terraza reciente seguida de escarpe.	5	
10	260	16P 0194620 y UTM 1654287	Oeste	Terraza reciente seguida de escarpe.	6	
11	260	16P 0194662 y UTM 6542000.	Este.	Terraza reciente seguido de paredón.	6	
<b>Bosque de Ribera de Río Hondo y Quebrada Seca, Zacapa.</b>						
<b>No.</b>	<b>Altura (msnm)</b>	<b>Coordenadas UTM datum WGS84</b>	<b>Exposición de Ribera</b>	<b>Posición fisiográfica</b>	<b>Transecto</b>	<b>Observaciones.</b>
1	300	16P 0221306 y UTM 1664740	Oeste	Terraza reciente	1	Quebrada seca
2	300	16P 0221306 y UTM 1664740	Oeste	Terraza reciente	1	Quebrada seca
3	200	16P 221424 y UTM 1664833.	Este	Llanura de inundación	1	Río Hondo, Cauce principal

## F. Descripción de la estructura del bosque de ribera del Río Uyús

Entre la región semiárida se localiza el Valle del Motagua, con altitudes que van desde 180 a 300 msnm y es atravesado por el río Motagua. El Valle del Motagua contiene dos tipos de ecosistemas: el primer esta conformado por los bosques de ribera situados a la orilla de los ríos y arroyos que bajan de la Sierra de las Minas, manteniéndose siempre verdes por el aporte de agua proveniente de los rios y Rodeando al bosque de ribera se encuentra el segundo ecosistema denominado Bosque Subtropical muy Seco o también llamado monte Espinoso debido a la predominancia de especies morfológicamente espinosas, se identifica fácilmente por su condición caducifolia ya que sus hojas caen al inicio de la epoca seca (mes octubre).

En la Figura 18 se describe la estructura de la vegetación de ribera del Río Uyu ocupando las primeras posiciones se encuentra el grupo funcional de vegetación **Obligadas de Humedal** en la orilla del río que normalmente son herbáceas pero hay también hay árboles, seguidos de las **Ribereñas de Raíz poco Profunda y Ribereñas de Raíz Profunda**, ocupando posiciones intermedias y a las orillas del bosque se encuentra las **Ribereñas de Transición o Facultativas** seguidas del Bosque seco Monte espinoso.



**Figura 18** Perfil transversal de la vegetación de ribera en el Río Uyús, El Progreso.

**Cuadro 24** Listado de especies en el transecto ideal en el Río Uyús, El Progreso (2006).

No	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HÁBITO	CODIGO	GFV
1	Aguacatillo	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	Árbol	LauNec	b
2	Zorrillo	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb & Bonpl)	Sapindaceae	Árbol	SapTho	b
3	Almendo de río	<i>Andira inermis</i> (Swartz) HBK.	Fabaceae	Árbol	FabAnd	b
4	Inga	<i>Inga Vera</i>	Mimosaceae	Árbol	MimIng	a
5	Conacaste	<i>Etherolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Mimosaceae	Árbol	MimEth	d
6	Quesillo	<i>Trichilia hirta</i> L.	Meliaceae	Árbol	MelTri	d
7	Piñuelón	<i>Hechtia guatemalensis</i> Mez	Bromeliaceae	Herbácea	BroHec	b
8	Gurumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	Árbol	CecPel	b
9	Yaje	<i>Leucaena</i> sp.	Mimosaceae	Árbol	MimLeu	e
10			Sterculiaceae	Árbol	Ste	d
11	Anona	<i>Annona reticulata</i> L	Anonaceae	Árbol	AnoRet	d
12	Cabalero	<i>Celtis iguanaza</i> (Jacq) Sarg	Ulmaceae	Árbol	Fla	d
13	Santa Rosa	<i>Caesalpinia pulcherima</i> ( L ) Swart	Caesalpinaceae	Árbol	CaePul	b
14		<i>Hippocratea</i> sp.	Hippocrateaceae	Árbol	HypHyp	b
		<i>Cnidoscylus tubulosos</i> (Muelll Agr.) I.M.				
15	Chichicaste de caballo	Johnston	Euphorbiaceae	Arbusto	EupCni	d
16	Nopal	<i>Nopalea guatemalensis</i> Rose	Cactaceae	Arbusto	Nop	e
18	Jiote	<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg	Burceraceae	Árbol	BurSim	e
19	Tuno	<i>Lemnairecerus echlamii</i> Britt. & Rose	Cactaceae	Arbusto	CacLem	e
20	Guayacán	<i>Guaicum sanctum</i> L.	Zygophyllaceae	Arbusto	ZygGua	e
21	Durucho	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Ait	Theophrataceae	Arbusto	TheJac	e
22	Verbena	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq	Lamiaceae	Herbácea	HypVer	a
23	Jasmin de agua	<i>Lindenia rivales</i> Benth	Rubiaceae	Herbácea	RubLud	a
24		<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	Herbácea	PoaPan	a
24		<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	Herbácea	PoaPas	a
25	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpinaceae	Árbol	CaeHym	b
26	Cola de pecado		Arecaceae	Herbácea	AraPes	a
27	Palma	<i>Bactris</i> sp.	Arecaceae	Herbácea	AraBal	a
28		<i>Cyperus</i> sp.	Ciperaceae	Herbácea	CipCip	a
28		<i>Oplismenus</i> sp.	Poaceae	Herbácea	PoaOpli	a
29	Cordoncillo	<i>Piper aduncun</i> L	Piperaceae	Arbusto	PipAdeu	b
30	Jocote	<i>Spondias</i> sp.	Anacardeaceae	Árbol	AnaSpo	b
32			Sn	Árbol	sinnom	a
33	Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britt & Rose) Standl	Caesalpinaceae	Árbol	CaeVel	b
34	Ixcanal	<i>Acacia hindsii</i> Benth	Mimosaceae	Árbol	MimAca	b
35	Jocote de Mico	<i>Simarouba glauca</i> DC	Simaruobaceae	Árbol	SimSim	b
				Arbusto y		
36	Chapupo	<i>Tabernaemontana chysocarr</i> Blake.	Apocynaceae	Árbol	ApoTab	b
37	Mora o Moral	<i>Clorophora tinctoria</i> (L) Gaud.	Moraceae	Árbol	sn	b
39			Lauraceae	Árbol	Anodos	c
40			Sapindaceae	Árbol	Sap	d
41	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> ( l.) Gaerth	Bombacaceae	Árbol	BomCei	b
42	Moral o Ceibillo	<i>Ceiba aescutifolia</i> HBK & Baker	Bombacaceae	Árbol	BomAes	b
43	Zapote	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotaceae	Árbol	ZapPou	b
44	Matilisgute	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Bignoniaceae	Árbol	BigTab	b
45	Sabal	<i>Sabal guatemalensis</i> Beccari.	Arecaceae	Arbusto	AreSab	b
46	Anona		Anonaceae	Árbol	AnoAno	b
47	Mango	<i>Manquifera indica</i> L.	Anacardeaceae	Árbol	AnaMan	b
48	Chilindrón	<i>Thavetia ovata</i> (Cav) A. DC.	Apocynaceae	Arbusto	ApoThe	d
				Arbusto y		
49	Caulote	<i>Guazuma umbifolia</i> Lam	Sterculiaceae	Árbol	SteGua	d

## **2.7.2 Caracterización de la hidrología y la física de los suelos en los transectos muestreados**

### **A. Análisis físico de suelos en los transectos muestreados**

En el caso del Río Uyús los resultados de suelos indican que en la ribera con exposición Este transversal al río, predomina los suelos con textura franco arenosa a franco arcillo arenosa, con una posición fisiográfica predominante terraza reciente o llanura de inundación, mientras que la ribera con exposición Oeste transversal al río las texturas van de franco arcillo arenosas a franco arcillosas, con una posición fisiográfica terraza reciente principalmente (Cuadro 25).

La distribución de texturas más arenosas y arcillosas dentro de una misma ribera se explica debido a que en los ríos se da el proceso de erosión fluvial y en donde los ríos cambian de velocidad, la fuerza hidráulica tiende a erosionar un lado de la ribera y a realizar deposiciones en otro, los materiales más gruesos como la grava gruesa tiende a depositarse en el canal del río así como en la planicie de inundación, la arena y grava fina forman malecones naturales a lo largo de los bancos y el limo con arcilla se deposita en la planicie de inundación. El patrón general de distribución es los materiales más gruesos se depositan en las riberas de su cauce principal y los materiales finos, a mayor distancia de este. En el cauce principal de río Hondo resultados de suelos indican que en la ribera con exposición oeste transversal al río, predomina los suelos con textura de arena franca a franco arenosa, con una posición fisiográfica predominante de escarpe seguido de llanura de inundación, seguido del análisis de suelos de la ribera con exposición Oeste transversal al río, indicando que predominan los suelos con textura franco arenosa a arena, con una posición fisiográfica predominante llanura de inundación (Cuadro 25). Para Quebrada El Platanar o Seca los resultados de suelos indican que en la ribera con exposición Este transversal al río, predomina los suelos con textura franco arcillo arenosa, con una posición fisiográfica predominante terraza reciente, mientras que la ribera con exposición Oeste transversal al río predomina la textura franco arcillosas a arcillosas, con una posición fisiográfica terraza reciente principalmente (Cuadro 25).

**Cuadro 25** Análisis físico de suelos encontrados en los transectos por tipo de textura (2006).

ARCILLO ARENSO							
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Gramos por centímetro cúbico		Porcentaje de materia orgánica	Grupo funcional de vegetación	coordenadas	
		Densidad real	Densidad aparente			x	y
M-54	U-5E-2B	2	0.9524	14.79	BS	194585	1654440
ARCILLOSO							
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Gramos por centímetro cúbico		Porcentaje de materia orgánica	Grupo funcional de vegetación	coordenadas	
		Densidad real	Densidad aparente			x	y
M-51	U-5E-1 A	2.1053	1.0526	7.58	RRP-RRS	194540	1654420
M-53	U-5E-2 A	1.5385	0.7407	17.35	BS	194585	1654440
M-59	U-6E-1 A	1.6	1.0526	4.46	RRP-RRS	194662	1654200
M-60	U-6E-1 B	2.1053	1.0256	4.47	RRP-RRS	194662	1654200
M-63	U-6E-3 A	2.1053	1.0811	3.14	BS	194662	1654200
M-64	U-6E-3 B	2.1429	1.1111	8.54	BS	194662	1654200
M-17	PLATANAR OESTE-1A	2.1622	1.1111	3.4	BS	219261	1664925
M-18	PLATANAR OESTE-1B	2.5	1.2121	1.43	BS	219261	1664925
ARENA							
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Gramos por centímetro cúbico		Porcentaje de materia orgánica	Grupo funcional de vegetación	coordenadas	
		Densidad real	Densidad aparente			x	y
M-2	RHW-1 B	2.5	1.4286	0.3	R.O	21379	1664779
M-11	RHE-2 A	2.6667	1.5385	0.3	RRP-RRS	21418	1664825
M-12	RHE-2 B	2.6667	1.6	0.13	RRP-RRS	21418	1664825
ARENA FRANCA							
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Gramos por centímetro cúbico		Porcentaje de materia orgánica	Grupo funcional de vegetación	coordenadas	
		Densidad real	Densidad aparente			X	Y
M-61	U-6E-2 A	2.5	1.4815	1.88	RO	194666	1654270
M-62	U-6E-2 B	2.6667	1.4815	1.38	RO	194666	1654270
M-67	U-6W-2 A	2.5	1.4286	0.88	RO	194635	1654284
M-73	U-2W-2 A	2.5	1.4815	0.69	R.O	194451	1654861
M-1	RHW-1 A	2.5	1.3333	0.89	R.O	21379	1664779
M-4	RHW-2 B	2.5	1.4815	1.14	RRP-RRS	21353	1664768

FRANCO ARCILLO ARENOSO							
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Gramos por centímetro cúbico		Porcentaje de materia orgánica	Grupo funcional de vegetación	coordenadas	
		Densidad real	Densidad aparente			X	Y
M-30	U-1W-2 B	2.5	1.4815	1.56	B.S	194231	1654741
M-31	U-3W-1 A	2.1622	1.2121	5.54	B.S	194297	1654770
M-32	U-3W-1 B	2.3529	1.2903	4.09	B.S	194297	1654771
M-34	U-3W-2 B	2.1622	1.0811	4.12	RRP-RRS	194430	1654920
M-35	U-3W-3 A	2.5	1.3333	3.58	R.O	194297	1654770

M-36	U-3W-3 B	2.3529	1.3793	3.3	R.O	194297	1654771
M-40	U-3E-2 B	2.3529	1.3333	5.78	RRP-RRS	194297	1654813
M-45	U-4W-2 A	2.2222	1.0526	6.46	RRP-RRS		
M-46	U-4W-2 B	2	0.9524	10.54	RRP-RRS		
M-49	U-4E-2 A	2.2222	1.2121	4.98	B.S	194302	1654777
M-50	U-4E-2 B	2.381	1.25	4.05	B.S	194302	1654777
<b>FRANCO ARCILLO ARENOSO</b>							
M-65	U-6W-1 A	2.2222	1.0256	4.4	BS	194620	1654287
M-66	U-6W-1 B	2.2222	1.0256	3.78	BS	194620	1654287
M-69	U-6W-3 A	2	1	7.18	RRP-RRS	194630	1654286
M-70	U-6W-3 B	2.1053	1.0256	7.99	RRP-RRS	194630	1654286
M-71	U-2W-1 A	1.9048	1.1111	9.29	RRP-RRS	194423	1654901
M-72	U-2W-1 B	2.2222	1.25	4.31	RRP-RRS	194423	1654901
M-75	U-2W-3 B		1.4815	1.56	B.S	194424	1654897
M-13	PLATANAR ESTE-1 A	2.2857	1.2903	2.4	RRP-RRS	219283	1664942
M-14	PLATANAR ESTE-1 B	2.3529	1.2903	1.85	RRP-RRS	219283	1664942
M-15	PLATANAR ESTE-2 A	2.2222	1.0811	6.1	BS	219298	1664943
M-16	PLATANAR ESTE-2 B	2.2222	1.4286	3.79	BS	219298	1664943
M-20	PLATANAR OESTE-2 B	2.2857	1.2903	4.31	RRP-RRS	219273	1664929
M-6	RHW-3 B	2.3529	1.1765	1.71	RRP-RRS	21299	1664759
<b>FRANCO ARCILLOSO</b>							
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Gramos por centímetro cúbico		Porcentaje de materia orgánica	Grupo funcional de vegetación	coordenadas	
		Densidad real	Densidad aparente			X	Y
M-27	U-1W-1 A	2.3529	1.2903	5.05	RRP-RRS	194416	1654918
M-28	U-1W-1 B	2.5	1.4286	3.03	RRP-RRS	194416	1654918
M-29	U-1W-2 A	2.3529	1.3333	3.71	B.S	194231	1654741
M-33	U-3W-2 A	2.1053	1.0256	6.81	RRP-RRS	194430	1654920
M-19	PLATANAR OESTE-2 A	2	1.1429	6.3	RRP-RRS	219273	1664929
<b>FRANCO ARENOSO</b>							
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Gramos por centímetro cúbico		Porcentaje de materia orgánica	Grupo funcional de vegetación	coordenadas	
		Densidad real	Densidad aparente			x	y
M-21	U-1E-1 A	2.3729	1.3333	2.3	RRP-RRS	194508	1654906
M-22	U-1E-1 B	2.5	1.4286	1.49	RRP-RRS	194508	1654906
M-23	U-1E-2 A	2.5	1.2121	1.94	B.S	194498	1654908
M-24	U-1E-2 B	2.6087	1.25	1.32	B.S	194498	1654908
M-25	U-1E-3 A	2.2222	1.2121	2.64	R.O	194497	1654911
M-26	U-1E-3 B	2.5	1.2903	1.88	R.O	194497	1654911
M-37	U-3E-1 A	2.2857	1.3793	3.69	B.S	194244	1654821
M-38	U-3E-1 B	2.5	1.4286	2.56	B.S	194244	1654821

M-39	U-3E-2 A	2.2222	1.3333	6.03	RRP-RRS	194297	1654812
M-41	U-3E-3 A	2.5	1.3793	1.65	R.O	194258	1654811
M-43	U-4W-1 A	2.5	1.4286	1.68	R.O	194276	1654700
M-44	U-4W-1 B	2.6667	1.4815	1.25	R.O	194276	1654700
M-47	U-4E-1 A	2.3529	1.25	4.05	RRP-RRS	194279	1654711
<b>FRANCO ARENOSO</b>							
M-48	U-4E-1 B	2.5	1.2903	3.25	RRP-RRS	194279	1654711
M-52	U-5E-1 B	2.3529	1.25	1.25	RRP-RRS	194540	1654420
M-55	U-5E-3 A	2.1053	0.9756	3.01	R.O	194561	1654442
M-56	U-5E-3 B	1.9078	0.8696	3.91	R.O	194561	1654442
M-57	U-5W-1 A	2.3529	1.1765	3.31	B.S	194537	1654425
M-58	U-5W-2 A	2.2222	1.1111	3.09	RRP-RRS	194537	1654425
M-68	U-6W-2 B	2.5	1.3333	0.98	RO	194635	1654284
M-74	U-5W-2 B	2.5	1.4286	1.05	B.S	194424	1654897
M-3	RHW-2 A	2.5	1.3333	1.48	RRP-RRS	21353	1664768
M-5	RHW-3 A	2.2857	1.1765	1.94	RRP-RRS	21299	1664759
M-7	RHW-4 A	2.3529	1.3333	3.26	RRP-RRS	21300	1664743
M-8	RHW-4 B	2.4242	1.1765	1.32	RRP-RRS	21300	1664743
M-9	RHE-1 A	2.2857	1.25	1.25	R.O	21413	1664815
M-10	RHE-1 B	2.5	1.6667	1.68	R.O	21413	1664815

PFV (GFV): Grupos Funcionales de Vegetación.

OR: Obligados de Humedal o Riparios Obligados

RRS-PRP: Ribereñas de Raíz Poco Profunda y Ribereñas de Raíz Profunda

B.S: Ribereñas de Transición o Facultativas y Bosque Seco

## **B. Análisis físico de suelos por grupo funcional de vegetación (GFV)**

Para el Río Uyús en el grupo funcional de vegetación obligadas de humedal predomina la texturas de arenosa franca a franco arcillo arenoso, reporta los valores más bajos de porcentaje de materia orgánica los cuales van de 3.01 a 0.69 % con una densidad real que va de 2.5 a 1.9 y con valores de densidad aparente de 1.48 a 1.21 gramos por centímetro cúbico.

El grupo funcional de vegetación ribereñas de raíz poco profunda y ribereñas de raíz profunda predominan las texturas franco arcillosos, franco arcillo arenosas, con valores intermedios de porcentaje de materia orgánica que van de 10.54 a 1.25 % con una densidad aparente de 1.43 a 0.95 y con valores de densidad real de 2.5 a 1.6 gramos por centímetro cúbico.

En el grupo funcional de vegetación monte espinoso predominan las texturas franco arcillo arenosas a franco arenosas, con valores mas altos de porcentaje de materia orgánica que van de 17.35 a 1.05 % con una densidad aparente de 1.48 a 0.74 y con valores de densidad real de 2.61 a 2.10 gramos por centímetro cúbico.

En el caso de la Quebrada El Platanar o Seca el grupo funcional de vegetación ribereñas de raíz poco profunda y ribereñas de raíz profunda predominan la textura franco arcillo arenosa, con valores ligeramente más altos de porcentaje de materia orgánica que van de 6.3 a 2.4% con una densidad aparente de 1.42 a 1.11 y una densidad real de 2.35 a 2.28 gramos por centímetro cúbico.

En el grupo funcional de vegetación ribereñas de transición o facultativas y bosque seco monte espinoso predominan las texturas franco arcillo arenosas a arcillosos, con valores ligeramente más bajos de porcentaje de materia orgánica que van de 6.1 a 1.43% con una densidad aparente de 1.42 a 1.08 y una densidad real de 2.5 a 2.16 gramos por centímetro cúbico.

Para Río Hondo cauce principal, en el grupo funcional de vegetación obligadas de humedal predomina la texturas de franco arenosa a arena franca, reporta los valores

mas bajos de porcentaje de materia orgánica los cuales van de 1.3 a 0.69 % con una densidad aparente que va de 1.33 a 1.30 gramos por centímetro cúbico.

El grupo funcional de vegetación ribereñas de raíz poco profunda y ribereñas de raíz profunda predominan las texturas franco arenosas a franco arcillo arenosas, con valores mas altos de porcentaje de materia orgánica que van de 9.29 a 3.03% con una densidad de 1.02 a 1.33 gramos por centímetro cúbico.

En el grupo funcional de vegetación ribereñas de transición o facultativas y bosque seco monte espinoso predominan las texturas franco arcillo arenosas a franco arenosas, con valores intermedios de porcentaje de materia orgánica que van de 1.94 a 3.71% con una densidad de 1.48 a 1.21 gramos por centímetro cúbico.

### **C. Curvas típica de humedad de suelos por tipo de textura**

La relación entre la presión hidrostática ( $\psi$ ) y el contenido volumétrico de agua ( $\theta$ ). Se denomina la curva característica de humedad del suelo o curvas de retención, debido a que la curva es característica da cada suelo. La relación entre la succión y el contenido de agua es biunívoco, ya que el mismo terreno con la misma humedad puede presentar succiones diferentes en función de si esta en proceso de humedecimiento o secado. A menor carga de succión o tensión habrá mayor humedad, y a mayor carga de presión, habrá menor conductividad.

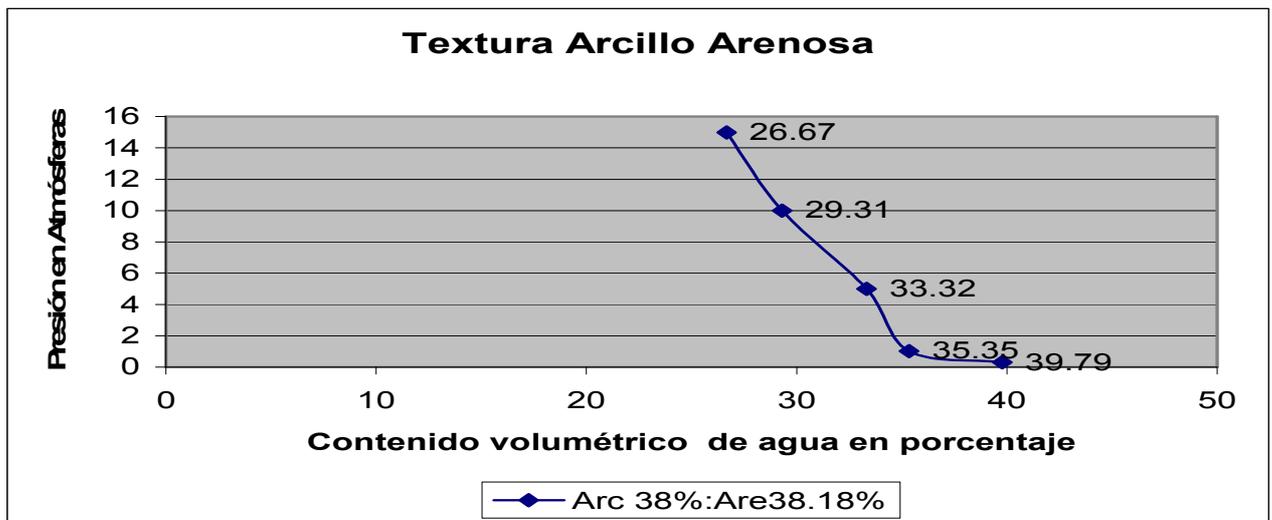
El contenido de agua de los suelos varia con respecto a la textura, el rango de humedad disponible es la diferencia entre la capacidad de campo (CC) que varía de 10 a 42% de humedad y el punto de marchites permanente (PMP) que varían de 2 a 25% de humedad, este rango es pequeño en arenas y grande en arcillas.

Para el caso de las texturas arena, arena franca y franca arenosa el agua gravitacional es removida rápidamente por el drenaje reportando valores de conductibilidad altos y la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchites permanente o agua

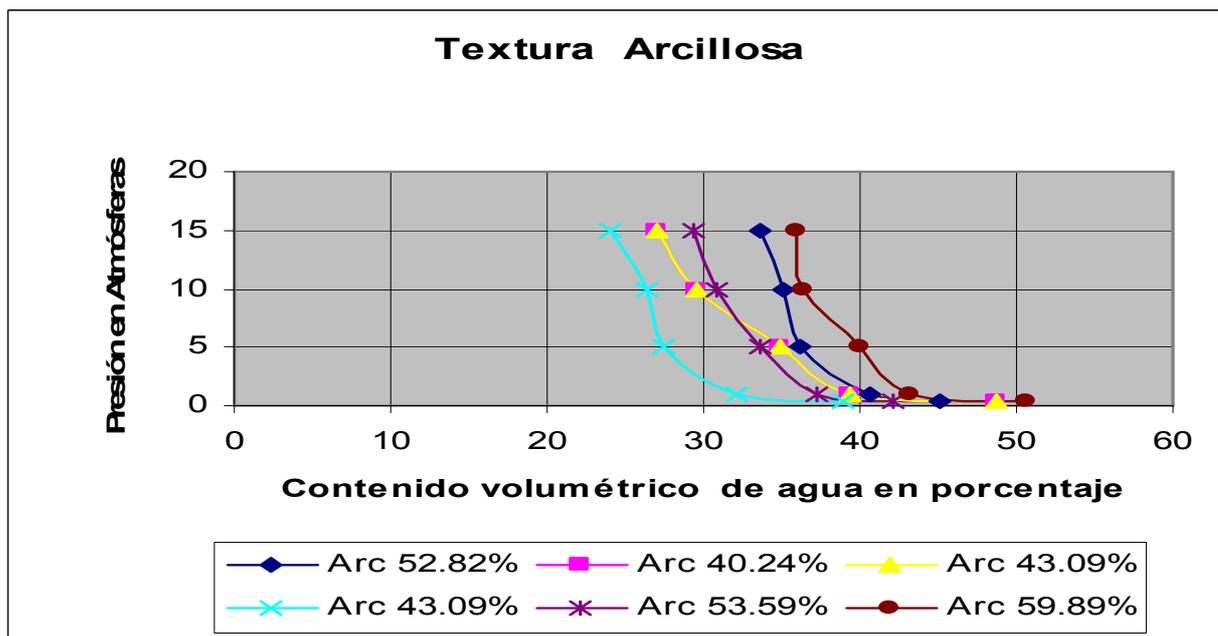
capilar disponible es pequeña, el agua hidrocópica por debajo del punto de marchites permanente ya no es aprovechable.

Para el caso de la textura franco arcillo arenosa puede observarse que el agua gravitacional es removida más lentamente que en el caso de las arenas reportando valores de conductibilidad intermedios, y la diferencia entre los valores de capacidad de campo y punto de marchites permanente son intermedias.

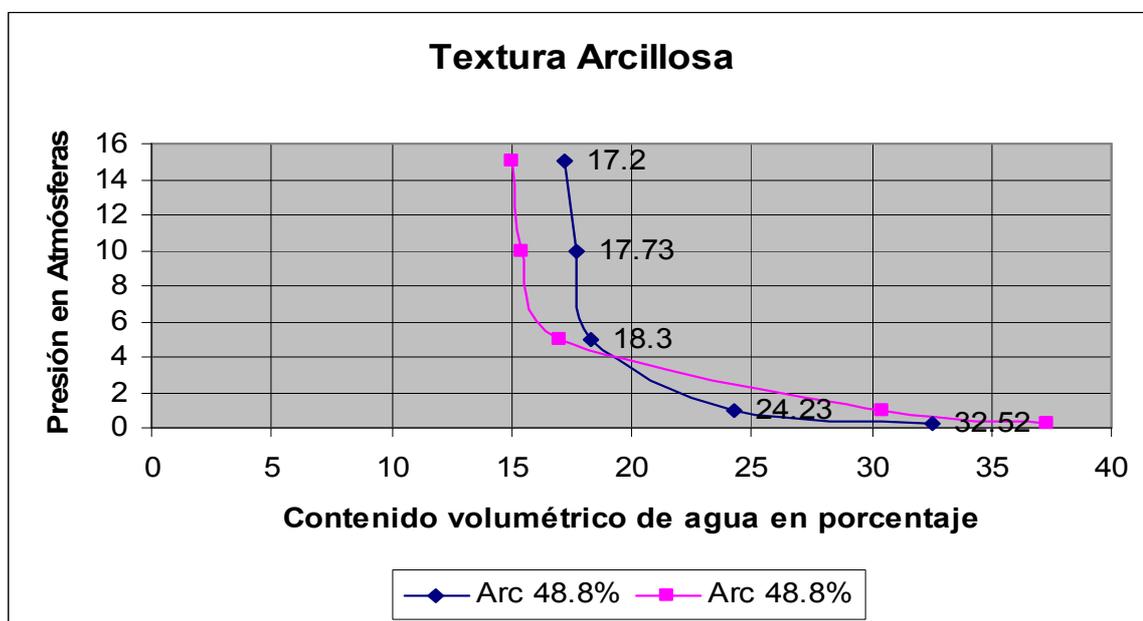
Para el caso de la textura arcilla y Franco arcillosa se puede observar que el agua gravitacional es removida lentamente reportando valores de conductibilidad bajos, y la diferencia entre los valores de la capacidad de campo y punto de marchites permanente son altos.



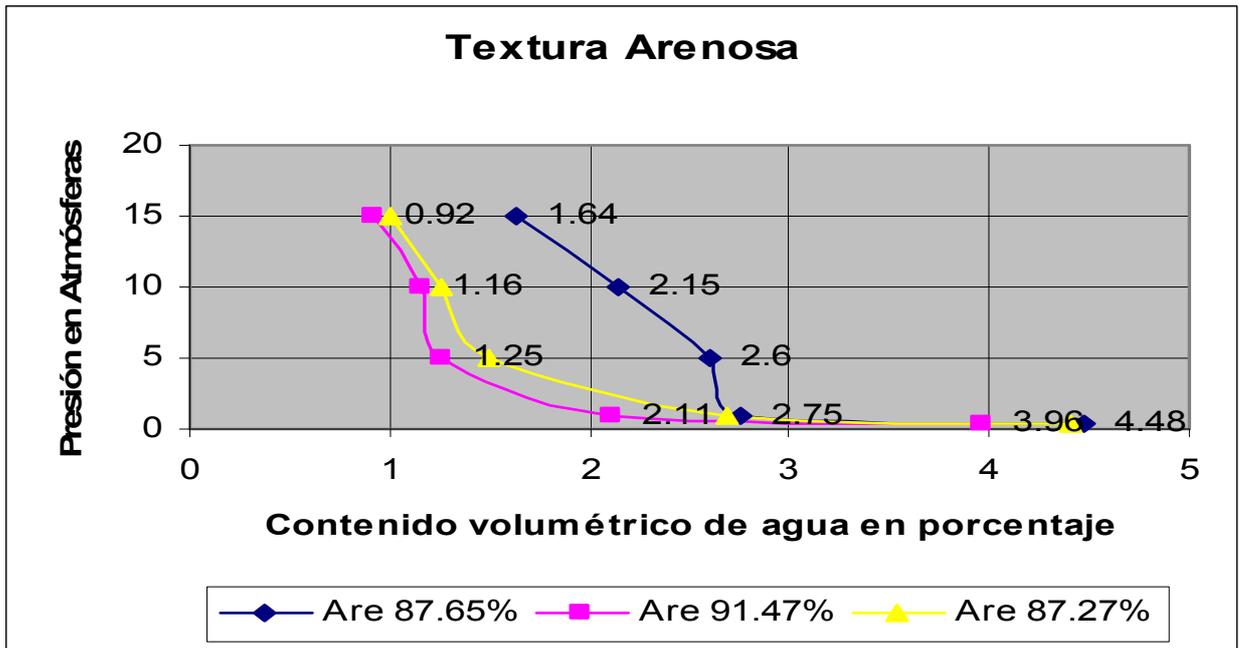
**Figura 19** Curva típica de humedad para suelos arcillo arenosos en el Río Uyús, El Progreso (2006).



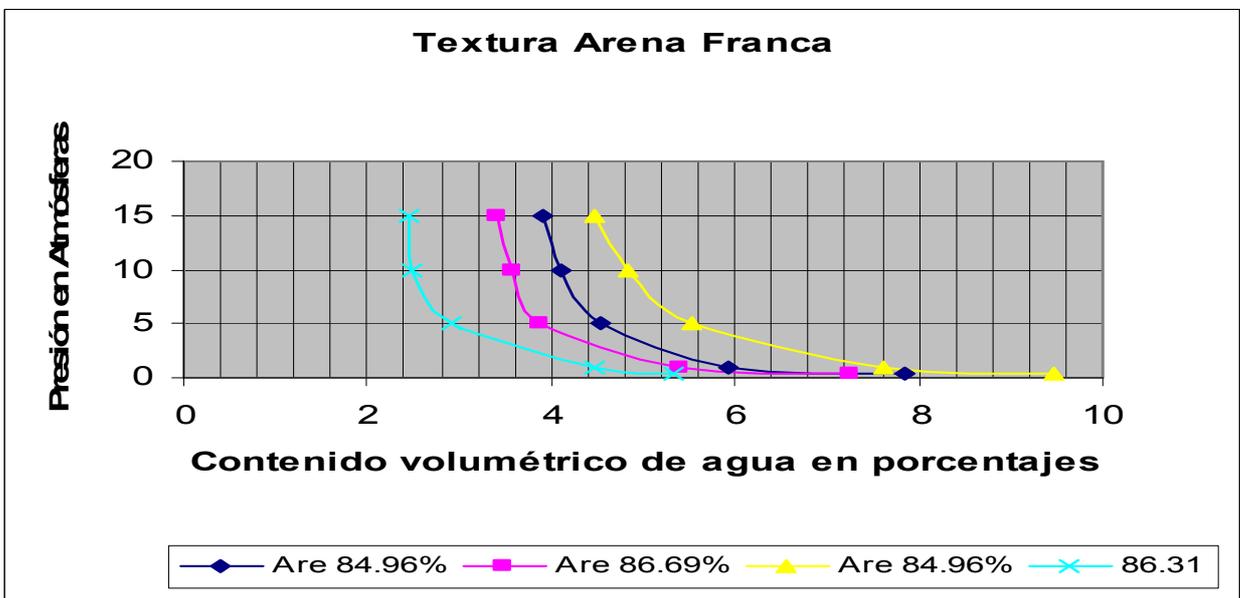
**Figura 20** Curva típica de humedad para suelos arcillosos en el Río Uyús, El Progreso (2006).



**Figura 21** Curva típica de humedad para suelos arcillosos en la Quebrada El Platanar, Zacapa (2006).



**Figura 22** Curva típica de humedad para suelos arenosos en el Río Hondo, Zacapa (2006).



**Figura 23** Curva típica de humedad para suelos de arena franca en el Río Uyús, El Progreso (2006).

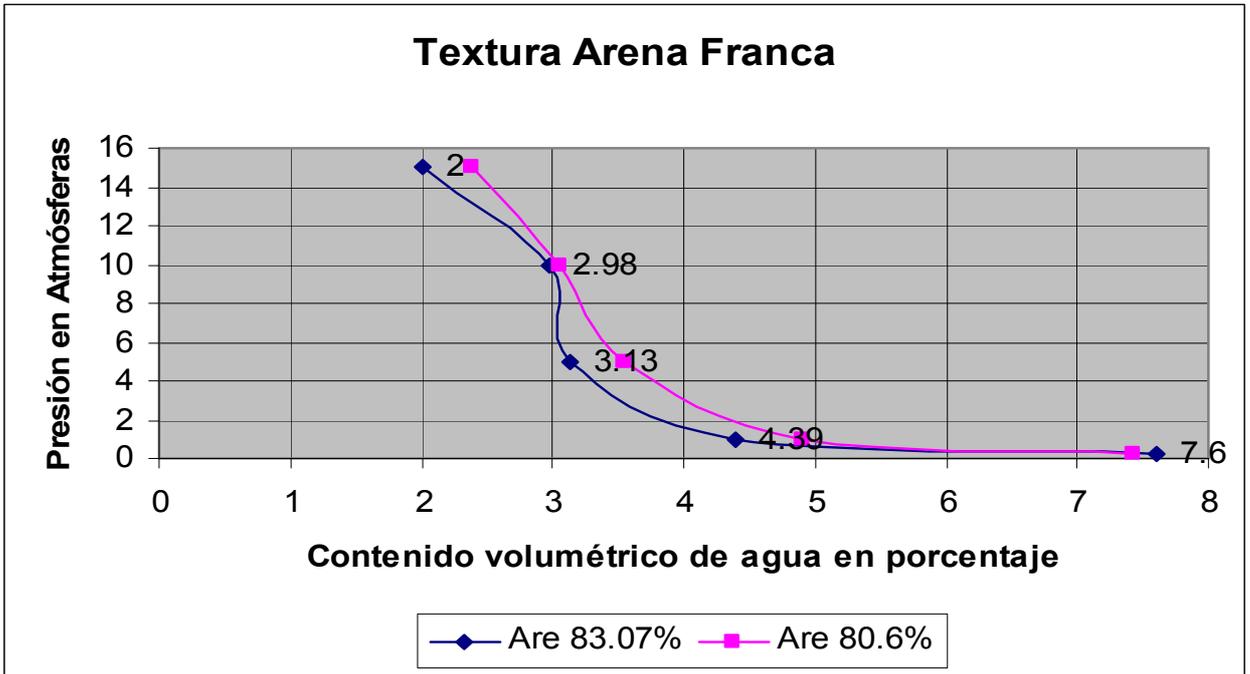


Figura 24 Curva típica de humedad para suelos de arena franca en Río Hondo, Zacapa (2006).

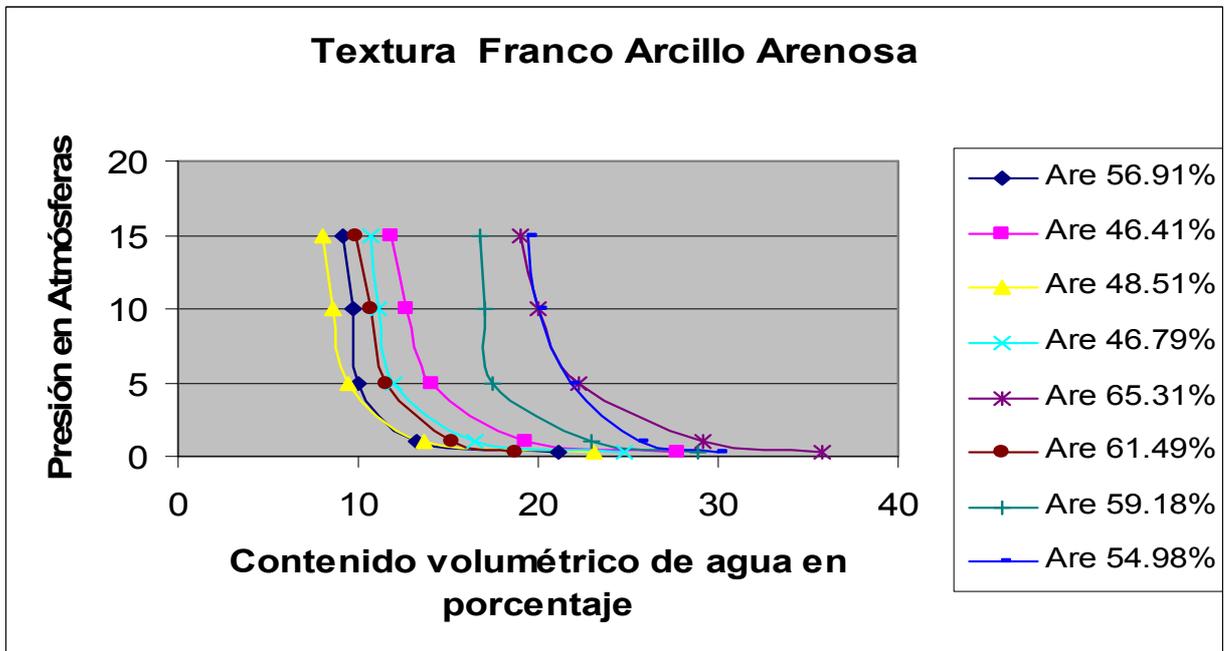
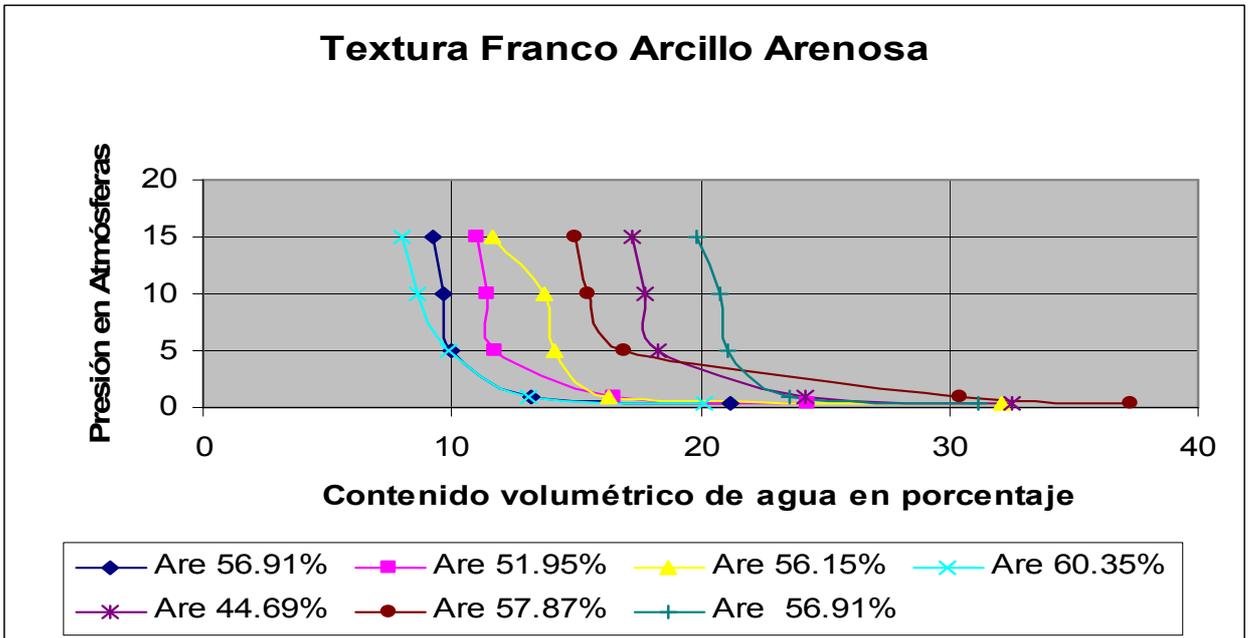
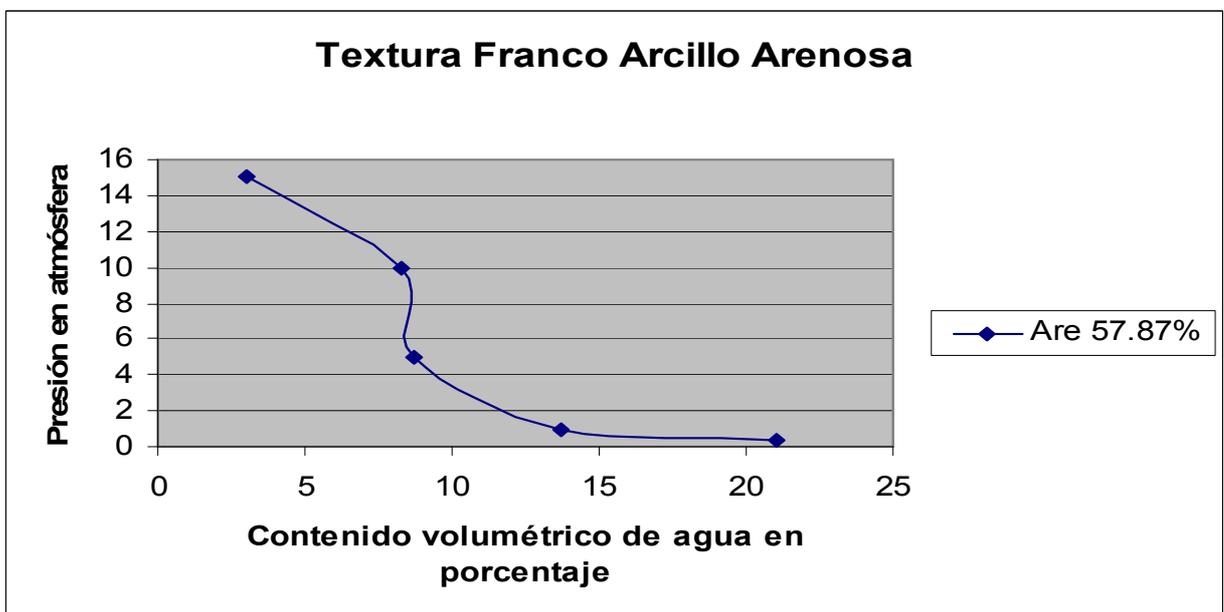


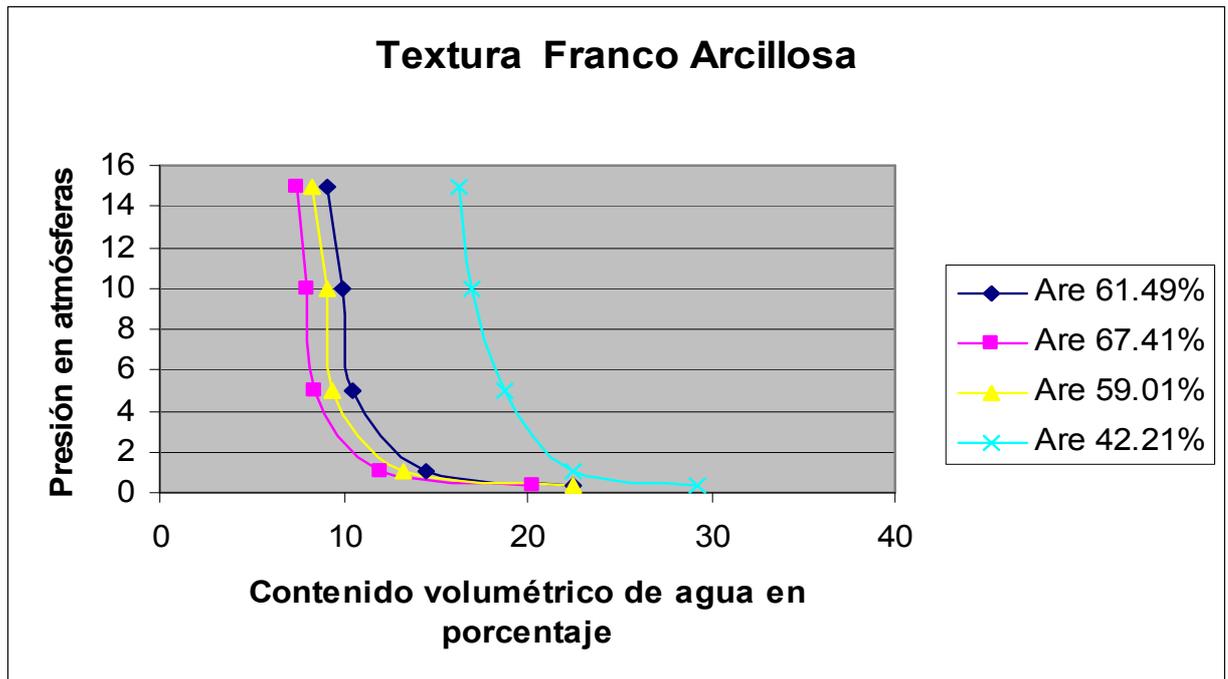
Figura 25 Curva típica de humedad para suelos franco arcillo arenosos en el Río Uyús, El Progreso (2006).



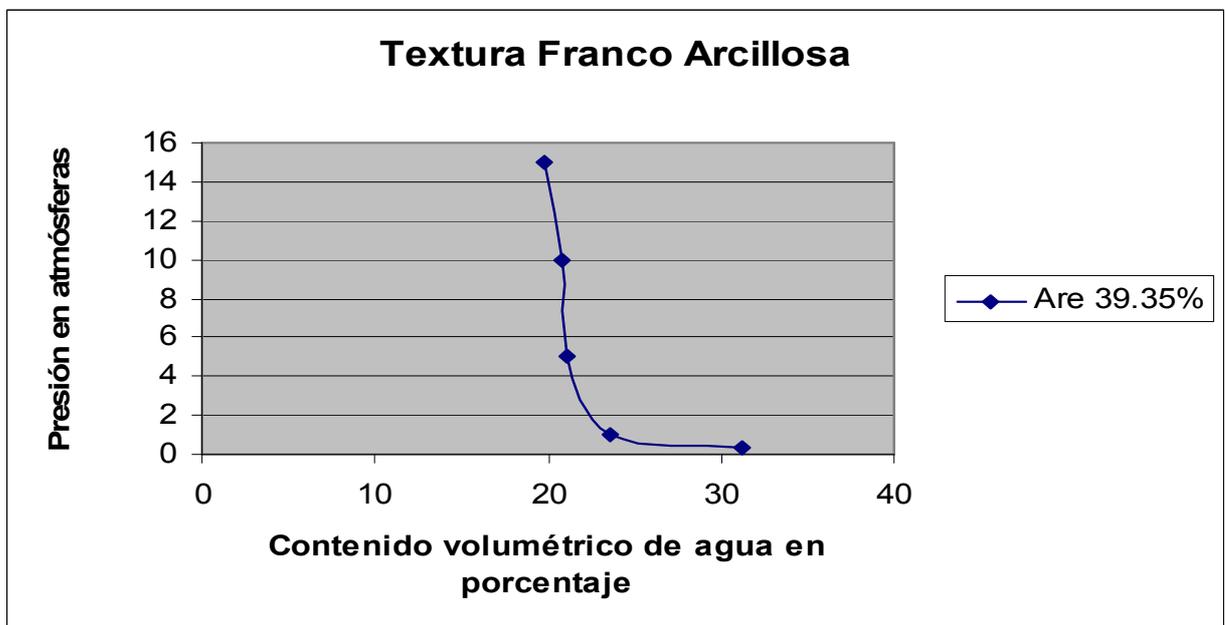
**Figura 26** Curva típica de humedad para suelos franco arcillo arenosos en la Quebrada el Platanar, Zacapa (2006).



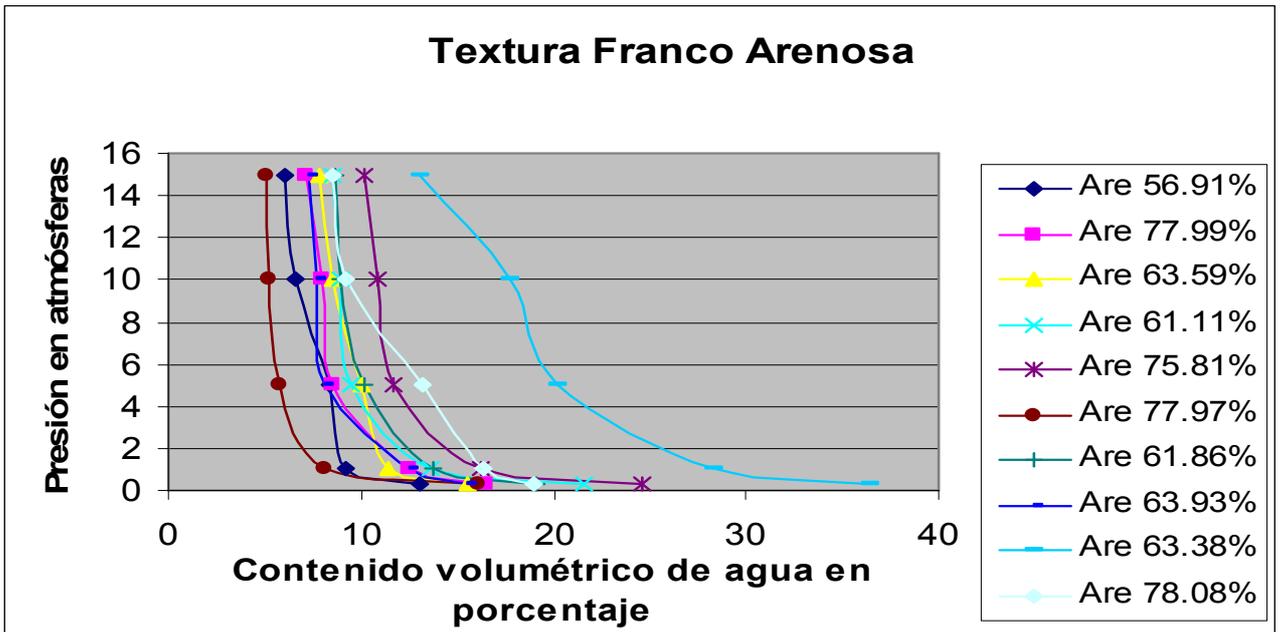
**Figura 27** Curva típica de humedad para suelos franco arcillo arenosos en Río Hondo, Zacapa (2006).



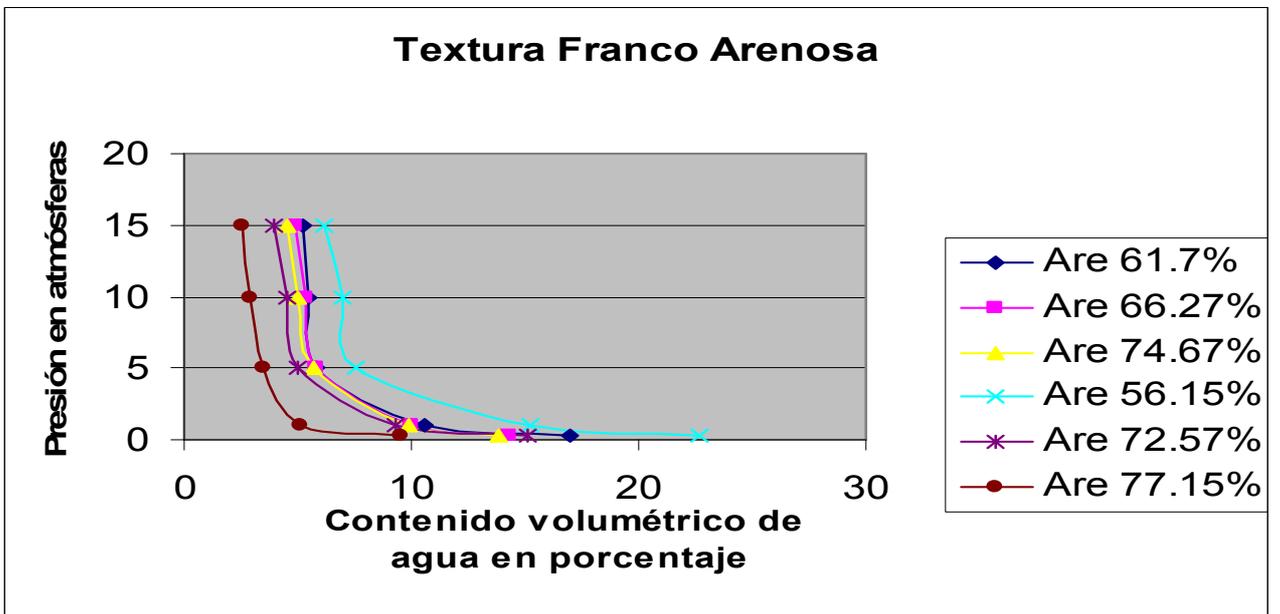
**Figura 28** Curva típica de humedad para suelos franco arcillosos en el Río Uyús, El Progreso (2006).



**Figura 29** Curva típica de humedad para suelos franco arcillosos en la Quebrada el Platanar, Zacapa (2006).



**Figura 30** Curva típica de humedad para suelos franco arenosos en el Río Uyús, El Progreso (2006).



**Figura 31** Curva típica de humedad para suelos franco arenosos en Río Hondo, Zacapa 2006.

#### **D. Humedad aprovechable y permeabilidad de los suelos por tipo de textura**

Si la humedad disminuye a niveles muy bajos, la humedad remanente se liga bastante fuerte a las partículas del suelo de modo que no esta disponible para las raíces de las plantas. El contenido de humedad del suelo al cual esto ocurre se le llama punto de marchitez. Las plantas se descoloran y pueden morir por la falta de humedad. Los valores de punto de marchitez varían de 2 a 25% de humedad. La capacidad de agua disponible de un suelo es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez (Herrera, 2002).

El punto de marchitez permanente (PMP) es el contenido de agua o presión de succión en el que las plantas no pueden extraer más agua para su transpiración y el agua del suelo es retenida principalmente por medio de fuerzas higroscópicas (Guymon, 1994; Soil Conservation Service, 1964). Dependiendo del tipo de planta se encuentra en el rango de entre -5 y -15 atmósferas (Guymon, 1994), pues hay variaciones considerables entre las diferentes plantas, pero en general el punto de marchitez permanente es menor para hierbas que para árboles, aún y cuando las hierbas llegan a condiciones de estrés antes que los árboles (Laio et al., 2001).

Sin embargo Laio et al., (2001) señalan que generalmente, en condiciones naturales el punto de marchitez para plantas de ecosistemas controlados por agua es sustancialmente menor que el valor -1.5 MP (15 bar) asumido para cultivos templados; así, valores típicos de punto de marchitez permanente para plantas en ambientes semiáridos pueden alcanzar los -3MPa o incluso -5MPa. Dado que el potencial de presión u osmótico varía según las especies vegetales, el punto de marchitez permanente no es una propiedad exclusiva del suelo, sino que también depende de las especies vegetales (Taiz y Seiger, 1998).

Para el caso del Río Uyús:

Para la textura **arcillosa** predominan los grupos funcionales Ribereñas de Raíz poco Profunda y Ribereñas de Raíz Profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 52.62 a 1.2 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.21 a 0.10 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 14.48 a 11.55 %.

En la clase textural **arcillo arenosa** predomina el grupo funcional Riparios de Transición o Facultativo, reportando valores de conductibilidad de 7.57 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.13 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 13.12 %.

La textura **arena franca** predomina el grupo funcional Obligadas de Humedal, reportando valores de conductibilidad que van de 75.54 a 20.58 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.15 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 5.02 a 3.94 %.

En el caso de la textura **franco arcillo arenosa** predominan los grupos funcionales Ripario de Transición o Facultativo, Ribereñas de raíz poco profunda y Ribereñas de Raíz Profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 25.92 a 5.00 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.16 a 0.10 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 16.44 a 6.78 %.

Para el caso de la textura **franco arcillosa** predominan los grupos funcionales Ribereñas de Raíz poco Profunda, Ribereñas de Raíz Profunda y Riparios de Transición o Facultativo reportando valores de conductibilidad que van de 19.33 a 8.98 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.21 a 0.10 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 13.33 a 12.96 %.

La textura **Franco arcillosa** predominan los grupos funcionales Obligadas de Humedal, Ribereñas de Raíz poco Profunda y Ribereñas de Raíz Profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 56.94 a 20.16 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.07 y 0.17 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 23.32 y 7.05 a 3.94 %.

Para el caso de Río Hondo cauce principal

La textura **arena** predominan los grupos funcionales Ribereñas de Raíz poco Profunda y Ribereñas de Raíz Profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 75.14

milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.06 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 3.4 a 2.84 %.

Para el caso de la textura **Arena franca** predominan los grupos funcionales Obligadas de Humedal, Ribereñas de Raíz poco Profunda y Ribereñas de Raíz Profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 35.12 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.11 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 5.6 %.

En el caso de la textura **Franco arenosa** predominan los grupos funcionales Obligadas de Humedal, Ribereñas de raíz poco profunda y Ribereñas de raíz profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 94.74 a 80.2 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.07 a 0.06 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 9.38 a 7.03 %.

Para el caso de Quebrada Seca o Platanar

En el caso de la textura **Arcillosa** predomina el grupo funcional Riparios de Transición o Facultativos, reportando valores de conductibilidad que van de 2.84 a 1.83 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.13 a 0.12 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 22.85 a 15.32 %.

Para el caso de la textura **Franco arcillo arenosa** predominan los grupos funcionales Riparios de Transición o Facultativos, Ribereñas de raíz poco profunda y Ribereñas de raíz profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 35.12 a 0.12 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.12 a 0.11 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 18.04 a 11.96%.

El caso de la textura **Franco arenosa** predominan los Grupos Funcionales Riparios de Transición o Facultativos, Ribereñas de raíz poco profunda y Ribereñas de raíz profunda, reportando valores de conductibilidad que van de 19.33 a 8.98 milímetros por hora con una lámina de humedad aprovechable de 0.13 a 0.10 centímetros por centímetro y una humedad disponible en capacidad de campo de 13.33 a 12.96%.

**Cuadro 26.** Descripción la de humedad aprovechable y permeabilidad de los suelos por tipo de textura en los transectos muestreados (2006).

ARCILLO ARENOSO													
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Atmosferas de presión					GFV	Coordenadas		Agua disponible en centímetros por centímetros cm/ cm	Conductibilidad en milímetros por hora mm/h	Agua disponible a capacidad de campo CC	Agua disponible a punto de martchitez PMP
		1/3	1	5	10	15	Grupo funcional de vegetación	X	Y				
M-54	U-5E-2B	39.79	35.35	33.32	29.31	26.67	BS	194585	1654440	0.13	7.57	13.12	-13.12
ARCILLOSO													
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Atmosferas de presión					GFV	Coordenadas		Agua disponible en centímetros por centímetros cm/ cm	Conductibilidad en milímetros por hora mm/h	Agua disponible a capacidad de campo CC	Agua disponible a punto de martchitez PMP
		1/3	1	5	10	15	Grupo funcional de vegetación	X	Y				
M-51	U-5E-1A	45.16	40.54	36.2	35.1	33.61	RRP-RRS	194540	1654420	0.1	1.2	11.55	-11.55
M-53	U-5E-2A	57.97	52.69	48.51	45.06	44.64	BS	194585	1654440	0.13	7.9	13.33	-13.33
M-59	U-6E-1A	48.64	39.39	34.83	29.67	27	RRP-RRS	194662	1654200	0.14	6.9	21.64	-21.64
M-60	U-6E-1B	38.9	32.14	27.51	26.3	24.1	RRP-RRS	194662	1654200	0.14	6.9	14.8	-14.8
M-63	U-6E-3A	42.19	37.23	33.52	30.82	29.4	BS	194662	1654200	0.17	31.73	12.79	-12.79
M-64	U-6E-3B	50.57	43.26	40.07	36.47	35.99	BS	194662	1654200	0.21	52.62	14.58	-14.58
M-17	PLATANAR OESTE-1 <sup>a</sup>	32.52	24.23	18.3	17.73	17.2	BS	219261	1664925	0.12	1.83	15.32	-15.32
M-18	PLATANAR OESTE-1B	37.35	30.45	16.98	15.45	15	BS	219261	1664925	0.13	2.84	22.35	-22.35
ARENA FRANCA													
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Atmosferas de presión					GFV	Coordenadas		Agua disponible en centímetros por centímetros cm/ cm	Conductibilidad en milímetros por hora mm/h	Agua disponible a capacidad de campo CC	Agua disponible a punto de martchitez PMP
		1/3	1	5	10	15	Grupo funcional de vegetación	X	Y				
M-2	RHW-1B	4.48	2.75	2.6	2.15	1.64	R.O	21379	1664779	0.06	75.14	2.84	-2.84
M-11	RHE-2A	3.96	2.11	1.25	1.16	0.92	RRP-RRS	21418	1664825			3.04	-3.04
M-12	RHE-2B	4.4	2.68	1.49	1.25	1	RRP-RRS	21418	1664825			3.4	-3.4
FRANCO ARCILLO ARENOSO													
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Atmosferas de presión					GFV	Coordenadas		Agua disponible en centímetros por centímetros cm/ cm	Conductibilidad en milímetros por hora mm/h	Agua disponible a capacidad de campo CC	Agua disponible a punto de martchitez PMP
		1/3	1	5	10	15	Grupo funcional de vegetación	X	Y				
M-61	U-6E-2A	7.86	5.93	4.53	4.1	3.92	RO	194666	1654270	0.15	41.44	3.94	-3.94
M-62	U-6E-2B	7.25	5.41	3.87	3.57	3.41	RO	194666	1654270	0.05	70.27	3.84	-3.84
M-67	U-6W-2A	9.48	7.6	5.52	4.85	4.46	RO	194635	1654284	0.06	75.54	5.02	-5.02
M-73	U-2W-2A	5.34	4.48	2.9	2.47	2.44	R.O	194451	1654861	0.11	20.58	2.9	-2.9
M-1	RHW-1A	7.43	4.9	3.54	3.05	2.39	R.O	21379	1664779				
M-4	RHW-2B	7.6	4.39	3.13	2.98	2	RRP-RRS	21353	1664768	0.11	35.12	5.6	-5.6

FRANCO ARCILLO ARENOSO													
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Atmosferas de presión					GFV	Copordenadas		Agua disponible en centímetros por centímetros cm/ cm	Conductibilidad en milímetros por hora mm/h	Agua disponible a capacidad de campo CC	Agua disponible a punto de martchitez PMP
		1/3	1	5	10	15	Grupo funciona de vegetación	X	Y				
M-30	U-1W-2B	20.76	11.61	8	7.82	6.97	B.S	194231	1654741	0.11	12.39	13.79	-13.79
M-31	U-3W-1A	29	19.25	15.04	13.72	12.56	B.S	194297	1654770	0.12	6.28	16.44	-16.44
M-32	U-3W-1B	27.8	19.29	14.15	12.66	11.81	B.S	194297	1654771	0.12	6.23	15.99	-15.99
M-34	U-3W-2B	28.79	20.06	16.04	15.17	14.82	RRP-RRS	194430	1654920	0.12	5.04	13.97	-13.97
M-35	U-3W-3A	23.12	13.65	9.5	8.55	7.99	R.O	194297	1654770	0.16	17.43	15.13	-15.13
M-36	U-3W-3B	21.03	14.18	9.15	8.91	8.22	R.O	194297	1654771	0.1	19.34	12.81	-12.81
M-40	U-3E-2B	24.81	16.44	11.94	11.06	10.69	RRP-RRS	194297	1654813	0.12	25.92	14.12	-14.12
M-45	U-4W-2A	30.39	23.96	17.58	16	14.93	RRP-RRS			0.13	23.56	15.46	-15.46
M-46	U-4W-2B	35.75	29.14	22.22	20.06	19.04	RRP-RRS			0.14	23.41	16.71	-16.71
M-49	U-4E-2A	19.34	16.07	11.63	10.52	9.5	B.S	194302	1654777	0.11	23.46	9.84	-9.84
M-50	U-4E-2B	18.76	15.28	11.49	10.72	9.9	B.S	194302	1654777	0.12	12.3	8.86	-8.86
M-65	U-6W-1A	27.13	22.54	18.78	17.05	16.18	BS	194620	1654287	0.12	5	10.95	-10.95
M-66	U-6W-1B	28.81	22.92	17.41	17.06	16.73	BS	194620	1654287	0.13	5.14	12.08	-12.08
M-69	U-6W-3A	29.29	24.44	21.16	19.39	18.5	RRP-RRS	194630	1654286	0.13	5.21	10.79	-10.79
M-70	U-6W-3B	30.01	25.66	21.83	20	19.4	RRP-RRS	194630	1654286	0.12	5.07	10.61	-10.61
M-71	U-2W-1A	23.28	18.98	17.03	14.41	13.47	RRP-RRS	194423	1654901	0.1	20.88	9.81	-9.81
M-72	U-2W-1B	13.09	11.83	7.78	6.99	6.31	RRP-RRS	194423	1654901	0.1	21.48	6.78	-6.78
M-75	U-2W-3B						B.S	194424	1654897	0.11	12.39	0	0
M-13	PLATANAR ESTE-1a	21.16	13.23	10	9.68	9.2	RRP-RRS	219283	1664942	0.11	4.84	11.96	-11.96
M-14	PLATANAR ESTE-1B	24.34	16.55	11.69	11.4	11.04	RRP-RRS	219283	1664942	0.11	7.81	13.3	-13.3
M-15	PLATANAR ESTE-2a	32.07	16.31	14.14	13.69	11.59	BS	219298	1664943	0.11	12.31	20.48	-20.48
M-16	PLATANAR ESTE-2B	20.16	13.12	9.9	8.6	7.99	BS	219298	1664943	0.1	12.61	12.17	-12.17
M-20	PLATANAR OESTE-2B	28.95	21.23	16.7	16.39	15.91	RRP-RRS	219273	1664929	0.12	5.97	13.04	-13.04
M-6	RHW-3B	21.04	13.73	8.74	8.25	3	RRP-RRS	21299	1664759	0.11	35.12	18.04	-18.04
FRANCO ARCILLOSO													
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Atmosferas de presión					GFV	Coordenadas		Agua disponible en centímetros por centímetros cm/ cm	Conductibilidad en milímetros por hora mm/h	Agua disponible a capacidad de campo CC	Agua disponible a punto de martchitez PMP
		1/3	1	5	10	15	Grupo funciona de vegetación	X	Y				
-27	U-1W-1A	22.42	14.46	10.46	9.95	9.09	RRP-RRS	194416	1654918	0.1	19.33	13.33	-13.33

FRANCO ARCILLOSO													
M-28	U-1W-1B	20.34	12.01	8.46	8	7.4	RRP-RRS	194416	1654918	0.09	25.1	12.94	-12.94
M-29	U-1W-2A	22.44	13.18	9.42	9.1	8.25	B.S	194231	1654741	0.1	18.95	14.19	-14.19
M-33	U-3W-2A	29.22	22.55	18.81	17	16.26	RRP-RRS	194430	1654920	0.14	8.98	12.96	-12.96
M-19	PLATANAR OESTE-2A	31.18	23.55	21.13	20.81	19.83	RRP-RRS	219273	1664929	0.13	3.2	11.35	-11.35
FRANCO ARENOSO													
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Atmosferas de presión					GFV	Coordenadas		Agua disponible en centímetros por centímetros cm/ cm	Conductibilidad en milímetros por hora mm/h	Agua disponible a capacidad de campo CC	Agua disponible a punto de martchitez PMP
		1/3	1	5	10	15	Grupo funcional de vegetación	X	Y				
M-21	U-1E-1A	13.11	9.25	8.32	6.61	6.06	RRP-RRS	194508	1654906	0.07	54.15	7.05	-7.05
M-22	U-1E-1B	14.56	9.17	6.7	6.22	5.8	RRP-RRS	194508	1654906	0.08	42.84	8.76	-8.76
M-23	U-1E-2A	16.53	12.47	8.58	7.95	7.1	B.S	194498	1654908	0.1	22.01	9.43	-9.43
M-24	U-1E-2B	14.79	10.46	7.74	7.33	6.77	B.S	194498	1654908	0.1	19.33	8.02	-8.02
M-25	U-1E-3A	15.56	11.45	10.1	8.57	7.78	R.O	194497	1654911	0.07	54.15	7.78	-7.78
M-26	U-1E-3B	12.29	9.02	7.07	6.59	6.16	R.O	194497	1654911	0.07	55.64	6.13	-6.13
M-37	U-3E-1A	21.52	13.58	9.49	8.92	8.56	B.S	194244	1654821	0.1	20.16	12.96	-12.96
M-38	U-3E-1B	19.57	11.99	8.72	8	7.78	B.S	194244	1654821	0.1	22.01	11.79	-11.79
M-39	U-3E-2A	24.65	16.2	11.65	10.88	10.2	RRP-RRS	194297	1654812	0.12	39.78	14.45	-14.45
M-41	U-3E-3A	15.69	9	6.31	5.89	5.1	R.O	194258	1654811	0.07	56.94	10.59	-10.59
M-43	U-4W-1A	16.08	8.12	5.72	5.18	5.04	R.O	194276	1654700	0.07	48.71	11.04	-11.04
M-44	U-4W-1B	12.26	6.09	4.52	4	3.5	R.O	194276	1654700	0.07	47.05	8.76	-8.76
M-47	U-4E-1A	19.11	13.71	10.14	9	8.61	RRP-RRS	194279	1654711	0.1	32.05	10.5	-10.5
M-48	U-4E-1B	15.02	12.17	8.85	8.2	7.7	RRP-RRS	194279	1654711	0.09	36.06	7.32	-7.32
M-52	U-5E-1B	15.6	12.57	8.12	7.66	7.23	RRP-RRS	194540	1654420	0.12	30.62	8.37	-8.37
M-55	U-5E-3A	23.04	18.5	14.56	13.93	12.01	R.O	194561	1654442	0.16	28.69	11.03	-11.03
M-56	U-5E-3B	36.42	28.37	20.24	17.76	13.1	R.O	194561	1654442	0.12	35.91	23.32	-23.32
M-57	U-5W-1A	14.23	12.68	11.3	8.01	7	B.S	194537	1654425	0.08	51.62	7.23	-7.23
M-58	U-5W-2A	18.91	16.3	13.19	9.25	8.46	RRP-RRS	194537	1654425	0.09	35.29	10.45	-10.45
M-68	U-6W-2B	13.17	11.82	6.99	6.76	5.51	RO	194635	1654284	0.17	29.19	7.66	-7.66
M-74	U-5W-2B	10.9	10.11	7.4	6.23	5.69	B.S	194424	1654897	0.11	13.48	5.21	-5.21
M-3	RHW-2A	17.02	10.58	5.8	5.45	5.29	RRP-RRS	21353	1664768	0.06	94.74	11.73	-11.73
M-5	RHW-3A	14.28	9.97	5.76	5.35	4.9	RRP-RRS	21299	1664759	0.07	80.2	9.38	-9.38
M-7	RHW-4A	13.87	9.94	5.68	4.99	4.5	RRP-RRS	21300	1664743			9.37	-9.37
M-8	RHW-4B	22.66	15.27	7.5	6.96	6.2	RRP-RRS	21300	1664743			16.46	-16.46
M-9	RHE-1A	15.06	9.29	4.96	4.51	3.9	R.O	21413	1664815			11.16	-11.16
M-10	RHE-1B	9.53	5.07	3.44	2.9	2.5	R.O	21413	1664815			7.03	-7.03

### 2.7.3 Clima

#### A. Información disponible

En la subcuenca del río Úyus, El progreso no se cuenta con monitoreo de variables climáticas. Sin embargo, se cuenta con información de estaciones en cuencas vecinas.

Las estaciones cercanas son las de Pasabién, San Lorenzo y Los Albores. Las dos primeras se encuentran al oriente de la subcuenca y la tercera en la parte alta y caracterizan muy bien el clima de la parte baja y media de la cuenca (Cuadro 27, Figura 32).

La información disponible corresponde a la publicada oficialmente por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Solamente los datos de una estación: San Lorenzo, proviene del Instituto Nacional de Electrificación (INDE).

**Cuadro 27** Estaciones climáticas en el área de estudio.

Código	Nombre de la Estación	UBICACIÓN		AÑOS	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
120604	ALBORES (INSIVUMEH)	San Agustín Acasagustalán	Progreso	1993-2006	15 °03' 03"	89 ° 58'00"	1900
220701	PASABIEN PHC (INSIVUMEH)	Zacapa	Río Hondo	1970-2004	15 ° 02' 14"	89 ° 40 '57'	260
220702 (inde)	SAN LORENZO (INDE)	Zacapa	Río Hondo	1994-2005	15 ° 05' 08'	89 ° 39' 47'	1720

**Fuente:** Datos de coordenadas geográficas Insivumeh periodo 1990-2006.

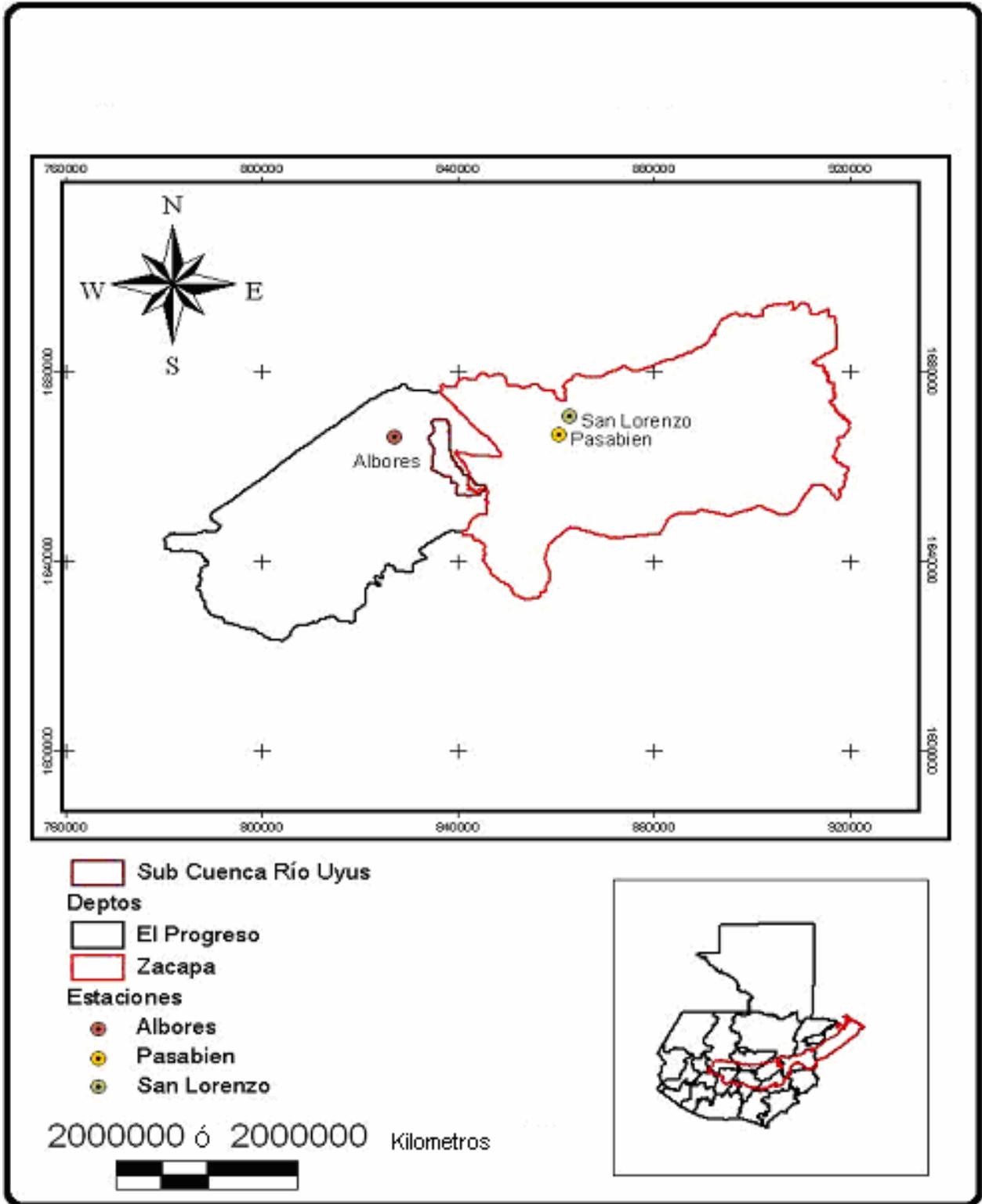


Figura 32 Mapa de ubicación de las estaciones metereológicas en los Departamentos del Progreso y Zacapa (2006).

## **A. Análisis de lluvias**

La lluvia no se monitorea directamente en la cuenca. Una estimación de ella se hace mediante la información registrada en las estaciones cercanas; especialmente, la registrada en las estaciones Pasabién, San Lorenzo y Los Albores.

### **a. Variación mensual**

La variación mensual de la lluvia se caracteriza por presentar una época bien definida de lluvias (mayo-octubre), donde ocurre el 89 % de las mismas. También es característico que los dos meses con mayores precipitaciones son junio y septiembre (Cuadros 28, 29,30).

En la Figura 33, se muestra la variación mensual de la lluvia, en las estaciones cercanas a la cuenca del río Úyus.

**Cuadro 28** Precipitación mensual en milímetros por mes de la Estación Albores

Meses													
Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	Septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total general
1993												42	42
1994	35	18.5	5	66.2	68	290.5	63.5	303.1	229.7	203.5	66.6	38.1	1387.7
1995	21.5	23.7	12	161	99	400.2	372	517.4	553.7	146.1	36.9	75	2418.5
1996	17.1	24.24	14.2	2.5	2.5	240.7	361.3	307.5	350.5	221.5	252	27.5	1821.5
1997		28	41	11	166	295.1	258	180	438	193.5	144	82	1836.6
1998	18	0	8	29	63	361	215	330	263	705	368	79	2439
1999	5	69	30	88	117	467	386	356	630	339.5	137	28	2652.5
2000	47	5	6	30	386	328	234.1	419.4	536.5	200.3	82.6	40.9	2315.8
2001	1.5	23.8	15.9	16.4	180.9	101.9	213.5	146	425.6	191	41.3		1357.8
2002	13.2	25.2	11.3	0.8	99	198.1	168.6	176.1	322.6	254.8	39.8	37.3	1346.8
2003	18		85	8.4	210.9	409.2	210.8	113.4	272.1		129.4	19.6	1476.8
2004	19.8	6.4	12.5	53.1	264.3	231.7	246.4	100.5	249	180.3	123.7	6.3	1494
2005	36.7	0.2	77.9	2.4	128.7	362.5	392.2	237.2	392.2	235.8	54.4	23.1	1943.3
Total general	312.5	224.04	318.8	468.8	1785.3	3685.9	3121.4	3186.6	4662.9	2871.3	1475.7	498.8	22612.0

Fuente: INSIVUMEH, 2006

**Cuadro 29** Precipitación mensual en milímetros por mes de la Estación Pasabién

Meses													
Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	Agosto	Septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total general
1990	10.5	1	1.3	8.9	160.5	64	68.9	135.9	103.6	34.3	50.4	14	653.3
1991	0	0	0	16	134.9	113.3	72.7	78	95.7	135.2	17	41.5	704.3
1992	0	0	1.5	29.5	66.5	355.9	75.1	67.1	58.1	85	18.5	5	762.2
1993	3.3	0	0	14.5	47.1	300.1	82.8	160.8	130	46.6	6.5	2	793.7
1994	2.5	0	0	13.7	95.6	204.5	24	148.5	107.5	104	13.5	0	713.8
1995	0	1.5	2.2	96.6	21	214.5	63.8	394.6	266.3	51.5	3	1.7	1116.7
1996	0	0	4.5	186.5	76	134.7	220.9	131.5	130.7	28.5	113	0	1026.3
1997	9	1	44.5	28	43.8	384	57	59.6	112.8	68.6	11.5	0	819.8
1998	0	0	0	4.5	63.5	110.9	81.9	74.9	117	267	37.4	1.5	758.6
1999	0	1	4	1	43.6	234.5	139.4	215.9	350	195	0	0	1184.4
2000	0	0	0	0	325.8	101.4	20.5	160.5	341.5	37.5	6	2	995.2
2001	0	6	11.2	0	118.2	122.5	83	180	174.8	135.5	3	17	851.2
2002	0	0	0	0	32	135	62	75.1	169.7	87	4	0	564.8
2003	0	0	14	11	26	367	35.5	41.5	132	75.7	32.5	0	735.2
Total general	25.3	10.5	83.7	413.2	1310.5	2842.3	1235.5	1950.7	2460.9	1351.4	316.3	84.7	12085

Fuente: INSIVUMEH, 2006

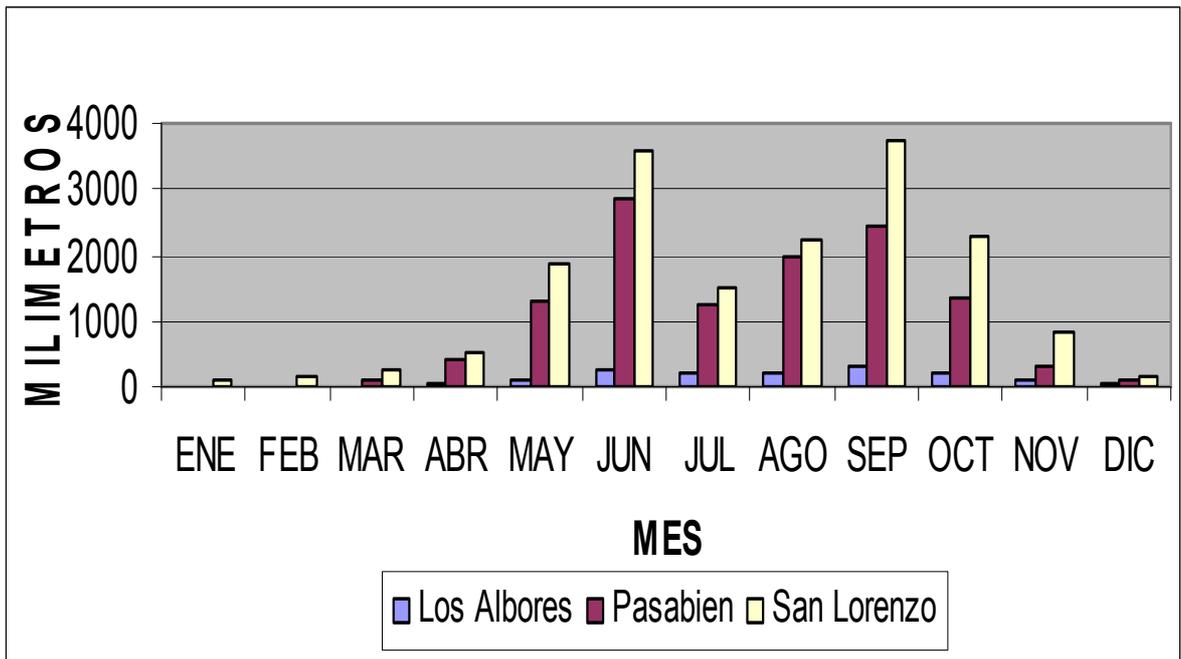
**Cuadro 30** Precipitación mensual en milímetros por mes de la Estación San Lorenzo

Meses													
Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	Agosto	Septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total general
1994						255.4	20	50.6	198.8	125.2		4	654
1995	5.3	38.7	6.3	122.1	70.2	365.3	129.2	436	416.8	117.8	28.6	43.2	1779.5
1996	11	34	27.7	128.2	254.3	267.4	230.6	221.5	197.8	105.7	216.5	6	1700.7
1997	13.9	13.3	22	31	162	566.4	137.6	95.4	253.1	136.8	60.4	0.5	1492.4
1998	0	0	16.1	48.6	52.4	261.5	122.4	145.9	242.2	477	88.7	5.7	1460.5
1999	3.5	29.1	5.1	6.7	116.7	211.4	232.4	291.8	686	340.9	75.7	17.5	2016.8
2000	25	3.2	0	23.5	485.7	353.9	28.4	232.3	491.1	102.6	29.8	20.6	1796.1
2001	7	30.5	30	0	239.1	103.1	97.9	212.5	421.3	185.5	18.4	35.4	1380.7
2002	0	10.4	9.5	0	95	213.3	116.8	132.2	250.6	170.6	17.8	9.9	1026.1
2003	1.5	2.2	10.7	24.5	133.6	280.6	67.6	73.2	310.1	124.8	107.1	19.9	1155.8
2004	5.5	8.8	16.7	5.7	125.6	254.4	134.6	46	131.2	220.7	120.2	9.7	1079.1
2005	5.4	6.7	80.6	22.4	132	457.3	180.4	278.5	118.4	168.5	46.3	0.7	1497.2
Total general	87.3	180.5	243.1	496.5	1866.6	3590	1497.9	2215.9	3717.4	2276.1	809.5	173.1	17153.9

Fuente: INDE, 2006

**Cuadro 31** Promedios precipitación mensual para tres estaciones

Meses													
Estación	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	Agosto	Septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
Los Albores	22.3	16	23	33.49	127.52	263.3	223	227.61	333.1	205	105	35.62	
Pasabién	25.3	11	84	413.2	1310.5	2842	1236	1950.7	2461	1351	316	84.7	
San Lorenzo	87.3	181	243	496.5	1866.6	3590	1498	2215.9	3717	2276	810	173.1	



**Figura 33** Gráfico del promedio mensual de precipitación para las tres estaciones (1994-2005)

## C. Análisis de temperatura

### a. Variación mensual

En la Figura 34 se muestra la variación de la temperatura mensual en las estaciones cercanas a la subcuenca del Río Uyús ilustrando los rangos de variación de las temperaturas medias.

**Cuadro 32** Temperatura promedio mensual en grados Centígrados de la Estación Pasabién

Meses													
Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total general
1990	25.46	26.35	27.55	29.20	29.46	28.17	27.88	28.16	27.32	26.98	25.57	24.79	27.25
1991	26.21	25.60	28.80	30.76	29.64	28.82	27.72	28.13	27.64	27.24	25.82	24.87	27.61
1992	25.61	26.48	28.40	29.09	28.45	28.63	27.31	27.88	27.96	27.13	26.74	25.35	27.42
1993	25.68	26.77	27.67	29.50	29.87	28.79	27.74	27.35	27.14	27.09	26.08	24.88	27.38
1994	25.45	26.54	28.22	29.65	29.52	28.22	28.35	27.75	27.37	27.35	26.10	24.95	27.46
1995	25.45	25.55	26.99	29.54	30.16	29.26	27.83	27.80	27.45	26.78	25.42	25.54	27.32
1996	24.35	25.59	27.40	28.30	28.12	28.71	27.41	27.03	28.39	27.05	24.54	24.51	26.78
1997	25.24	26.11	28.09	29.47	29.35	28.20	27.83	28.18	28.37	26.74	27.09	25.54	27.52
1998	26.58	28.03	28.17	30.06	30.44	29.70	28.36	28.69	29.08	26.92	25.42	24.26	27.97
1999	24.48	25.43		29.78	30.14	28.18	27.16	27.96	27.24	25.93	24.15	23.82	26.76
2000	24.14	25.13	28.17	29.06	28.30	27.10	27.84	27.32	27.47	25.61	26.36	23.89	26.70
2001	25.39	26.03	27.54	28.95	29.15	28.28	28.57	28.49	27.75	26.45	24.98	25.17	27.24
2002	25.27	25.61	27.83	29.05	29.46	28.90	28.04	28.40	28.08	27.56	25.85	25.89	27.51
2003	23.44		29.58	29.13	30.41	29.16	28.10	28.83	28.63	27.67	25.78	23.78	27.68
Total general	25.20	26.09	28.03	29.40	29.46	28.58	27.87	28.00	27.85	26.89	25.71	24.80	27.33

Fuente: INSIVUMEH, 2006

**Cuadro 33** Temperatura promedio mensual en grados Centígrados de la Estación Albores

Meses													
Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total general
1993												16.55	16.55
1994	16.00	16.48	18.50	19.37	19.67	18.73	18.51	18.75	18.13	18.41	17.84	15.50	18.00
1995	16.51	15.97	18.58	19.88	19.87	19.30		18.84	17.74	17.85	16.27		18.10
1996		15.70	14.01	16.82	16.92	18.35	17.63	17.73	18.57	16.86	15.21	15.00	16.62
1997		17.09	17.94	19.76	19.04	24.98	18.02	18.37	18.43	17.09	16.67	16.89	18.57
1998	17.22	18.13	17.81	19.32	20.13	19.11	17.72	15.45	16.09	13.74	14.10	14.67	16.95
1999	15.16	15.51	16.75	18.76	18.49	17.05	17.08	17.55	16.79	15.16	13.16	12.53	16.17
2000	12.91	13.94	17.21	15.89	16.47	16.66	16.82	16.08	15.80	14.11	13.57	11.00	15.01
2001	16.17	19.55	20.12	21.19	21.86	21.09	20.77	21.19	20.95	20.37	19.11		20.22
2002	17.89	18.29	20.77	22.29	22.37	21.54	21.12	20.84	21.71	21.36	19.81	19.41	20.63
2003	17.34		21.82	22.56	23.18	22.10	20.75	21.14	22.50		20.32	17.77	20.94
2004	19.27	21.28	20.38	22.42	21.36	22.06	21.31	22.47	23.23	22.18	19.10	18.96	21.16
2005	18.04	20.53	23.15	23.04	22.62	22.13	21.50	21.96	21.29	20.69	18.76	19.69	21.12
Total general	16.85	17.49	18.92	20.11	20.17	20.26	19.21	19.27	19.27	17.98	16.99	16.18	18.60

Fuente: INSIVUMEH, 2006

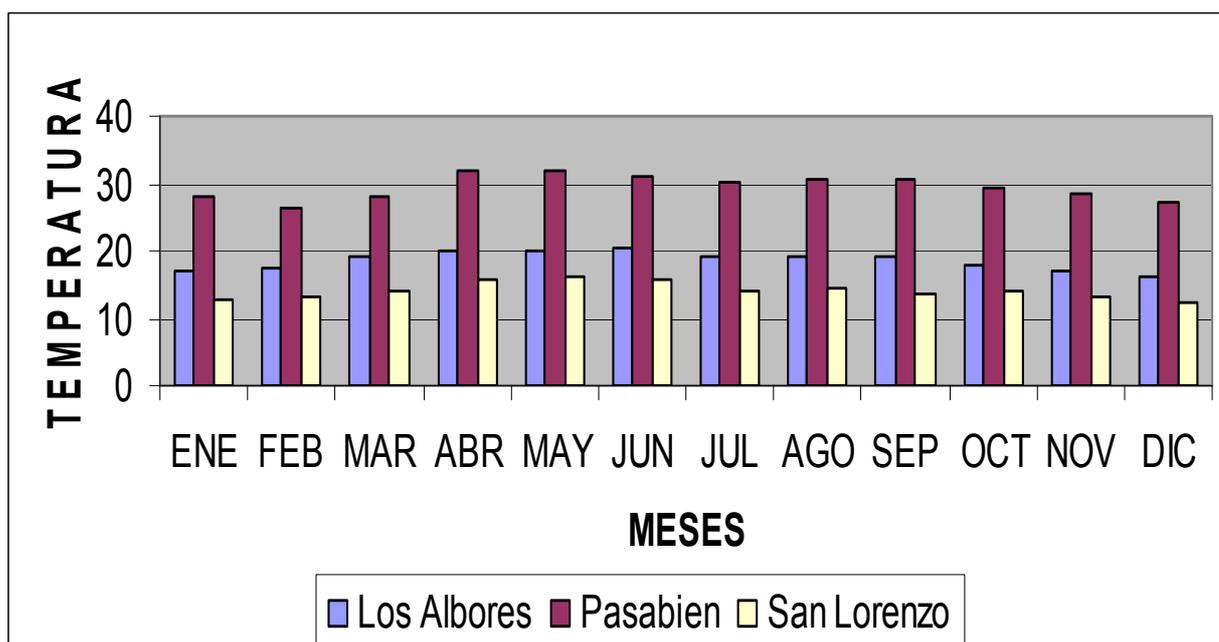
**Cuadro 34** Temperatura promedio mensual en grados Centígrados de la Estación  
San Lorenzo

Meses													
Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total general
1995	13.20	13.25	13.71	13.00	13.26	13.59	14.24	14.80	14.16	14.33	13.36	13.00	13.66
1996	12.99	13.41	13.59	13.78	13.57	15.13	15.44	15.17	14.99	13.46	13.00	12.96	13.95
1997	11.99	13.77	14.70	14.78	15.69	17.57	16.81	16.19	16.43	15.43	15.23	12.95	15.13
1998	13.34	13.46	19.49	20.53	21.26	15.85	14.82	14.84	16.28	14.08	13.35	14.15	15.96
1999	10.64	11.40	14.28	18.43	15.18	16.37	14.63	16.00	16.21	14.88	12.66	12.47	14.43
2000	11.75	11.26	13.69	13.52	13.44	13.48	13.35	13.63	13.47	12.48	12.65	12.89	12.97
2001	11.72	12.08	14.04	13.99	14.23	13.23	14.17	11.97		10.80	10.96	11.07	12.57
2002	10.25	8.79	10.51	13.65	14.00	12.68	11.99	12.43	11.93	12.62	10.97	10.85	11.73
2003	10.93	11.73		11.39	13.28	11.53	10.39	13.21	15.09	16.35	15.56	12.09	12.87
2004	12.15	12.31	12.93	14.03	15.04	15.48	14.65	16.29	16.26	15.76	14.23	13.55	14.39
2005	12.52	14.28	17.10	14.75	16.19	16.51	15.23	16.85	15.82	14.40	13.72	12.14	14.96
2006	11.47	11.27	12.46	13.65	14.95	14.99							13.15
Total general	11.91	12.25	14.23	14.62	15.01	14.70	14.16	14.67	15.06	14.05	13.24	12.56	13.86

**Fuente:** INDE, 2006

**Cuadro 35** Promedio mensual de temperatura para las tres estaciones

Meses													
ESTACION	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
Los Albores	16.85	17.49	19	20.11	20.17	20.26	19.2	19.27	19.27	17.98	16.99	16.18	
Pasabién	28.25	26.24	28.2	31.78	31.92	31.05	30.4	30.56	30.48	29.5	28.3	27.43	
San Lorenzo	12.91	13.27	14.2	15.84	16.25	15.93	14.2	14.67	13.81	14.1	13.2	12.55	



**Figura 34** Gráfico del promedio mensual de temperatura para las tres estaciones (1995-2006)

En la Figura 34 se aprecian rangos de variación de hasta 30 grados centígrados en el mes de mayo y de unos 20 grados en el menor de los casos (noviembre).

#### D. Análisis de evapotranspiración

##### **Método de Thornthwaite**

Esta fórmula empírica permite obtener la evaporación potencial, en función exclusivamente de la temperatura, sin considerar otras características de clima, suelo o cultivo, obteniendo un valor medio. Ha de calcularse primero la denominada “evapotranspiración potencial sin ajustar (E)” derivada de considerar el mes de treinta días y suponer que todos los días tienen doce horas de luz solar.

Designando por E “la evapotranspiración potencial mensual sin ajustar”, viene dada, según Thornthwaite, por la fórmula empírica:

$$E = 16 \frac{(10 \cdot T)^a}{I}$$

Donde:

T= Temperatura media mensual en grados centígrados

I= Índice térmico anual

El exponente “a” se determina por la siguiente ecuación

$$a = 0.000000675 \cdot I^3 - 0.0000771 \cdot I^2 + 0.01792 \cdot I + 0.49239$$

$$\text{es decir, } a = 675 \times 10^9 I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 179 \times 10^{-4} I + 0.4924$$

El índice anual es  $I = \sum_{i=1}^{12} i$

Los índices mensuales “i”, se obtienen por la siguiente expresión:

$$i = \frac{(t)^{1.514}}{5}$$

Se ha dicho que el límite de la aplicación de la fórmula de Thornthwaite es para los 26.5°C de temperatura media mensual t, por lo que al aplicar la fórmula se obtiene siempre la misma evapotranspiración potencial no ajustada de 135 mm, cualquiera que sea el lugar considerado. Para temperaturas superiores también se utilizan valores únicos, dados directamente como se muestra a continuación:

**Cuadro 36** Valores únicos para temperaturas superiores para el cálculo de evapotranspiración por la metodología de *Thornthwaite*.

t ° c	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Emm	140	148	155	162	168	173	177	180	183	184	185	185

En la fórmula sin ajustar se ha propuesto que todos los meses son de 30 días y que cada día tiene 12 horas de luz solar, y como estas circunstancias varían con la época del año y con la latitud del lugar, ha de introducirse un factor correctivo K, función de dichas variables y tendremos como fórmula de la verdadera evapotranspiración potencial, que se denomina ajustada y que como siempre se designa por ETP, la que se indica a continuación:

$$ETP \text{ (mm)} = K \times E$$

**Cuadro 37** Valores de factor correctivo (K) para los distintos meses del año a diversas latitudes

Latitud Norte	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	0.99	1.02
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
15	0.97	0.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	0.95	0.97
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94

#### a. Variación mensual de la evapotranspiración

**Cuadro 38** Variación mensual de la evapotranspiración Estación Albores

Año	Meses												Totales
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
1994	47.62	50.38	62.97	68.74	70.86	64.46	63.01	64.56	60.57	62.38	58.70	44.80	719.04
1995	50.55	47.42	63.49	72.29	72.20	68.26	2.62	65.16	58.09	58.73	49.16	1.66	609.63
1996	1.78	45.92	36.85	52.41	53.03	61.99	57.35	57.98	63.40	52.66	43.20	42.03	568.60
1997	0.00	54.01	59.31	71.43	66.52	112.17	59.86	62.12	62.51	54.04	51.51	52.83	706.32
1998	54.82	60.56	58.48	68.40	74.06	67.02	57.95	44.52	48.14	35.52	37.33	40.31	647.11
1999	42.92	44.82	51.96	64.68	62.90	53.78	53.98	56.86	52.25	42.94	32.69	29.74	589.53
2000	31.50	36.51	54.79	46.98	50.36	51.44	52.41	48.05	46.47	37.38	34.69	23.15	513.71
2001	48.57	69.97	73.97	81.76	86.76	80.97	78.65	81.73	79.96	75.74	67.02	0.00	825.11
2002	59.01	61.57	78.67	90.12	90.75	84.35	81.19	79.12	85.66	83.01	71.78	69.06	934.29
2003	55.58	0.00	86.49	92.18	97.14	88.65	78.51	81.35	91.76	0.00	75.36	58.24	805.26
2004	68.11	82.42	75.86	91.13	82.98	88.34	82.60	91.53	97.57	89.22	66.95	65.98	982.69
2005	59.94	76.87	96.86	96.04	92.67	88.83	84.05	87.53	82.50	78.04	64.68	70.95	978.95
Totales	585.50	630.47	799.71	896.15	900.24	910.24	752.18	820.51	828.87	669.65	653.08	549.53	8996.12

Fuente: INSIVUMEH, 2006

**Cuadro 39** Variación mensual de la evapotranspiración Pasabién

Año	Meses												Totales
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
1990	105.1	120.5	144.1	182.3	189	157.8	151.3	157.6	139.4	132.7	106.8	94.4	1681.1
1991	118	107.3	172.5	224.9	193.5	173	147.8	156.9	146.1	137.8	111.2	95.6	1784.5
1992	107.5	123	163.1	179.6	164.3	168.5	139.3	151.3	153	135.6	127.9	103.1	1716.1
1993	108.8	128.5	146.9	189.9	199.8	172.3	148.3	140.2	135.9	134.9	115.7	95.7	1716.6
1994	104.9	124	159	193.9	190.5	158.9	162	148.4	140.4	140	116.1	96.7	1734.8
1995	104.9	106.6	132.8	191	207.7	183.9	150.3	149.5	142.2	128.7	104.3	106.3	1708.1
1996	87.8	107.2	141.2	160.7	156.6	170.3	141.2	133.5	162.7	133.9	90.6	90.1	1575.7
1997	101.4	116.2	156	189.1	186.2	158.5	150.3	158.1	162.2	128	134.7	106.3	1747.1
1998	124.9	154.7	157.7	204.8	215.4	195.1	162.1	169.8	179.3	131.4	104.3	86.5	1885.9
Totales	963.3	1088	1373.3	1716.2	1703	1538.3	1352.6	1365.3	1361.2	1203	1011.6	874.7	15549.9

Fuente: INSIVUMEH, 2006

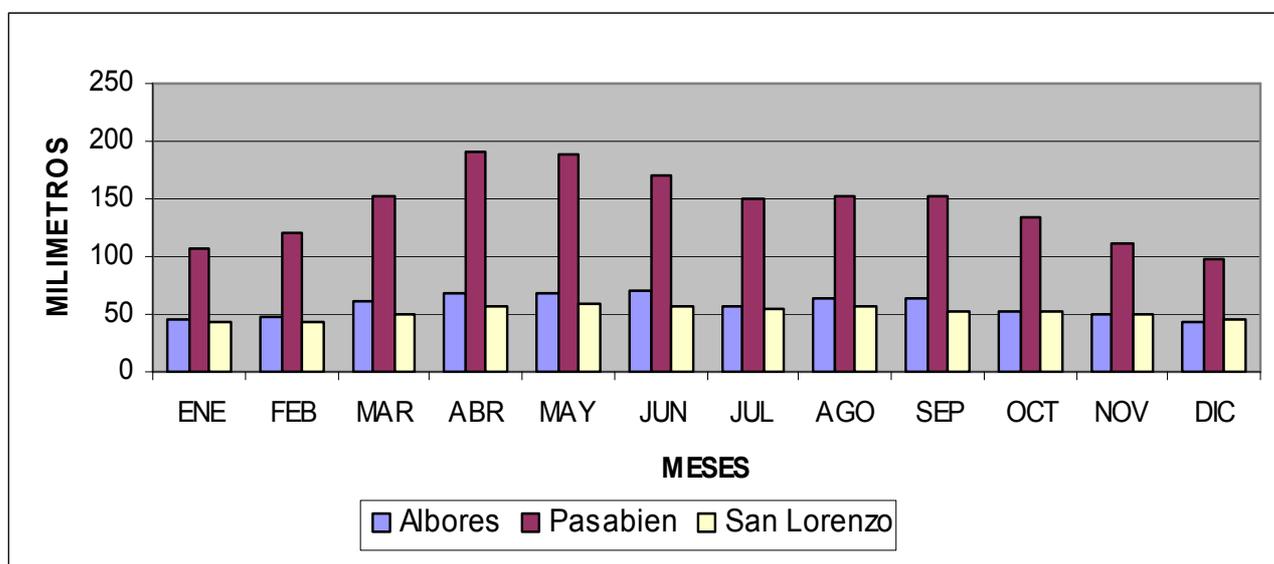
**Cuadro 40** Variación mensual de la evapotranspiración San Lorenzo

Año	Meses												Totales
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
1995	48.69	48.95	51.27	47.65	48.99	50.67	54.02	57.01	53.64	54.49	49.49	47.65	612.53
1996	47.63	49.75	50.67	51.63	50.56	58.75	60.40	58.99	58.01	49.99	47.65	47.47	631.50
1997	42.65	51.59	56.45	56.87	61.76	72.22	67.93	64.52	65.83	60.38	59.31	47.40	706.91
1998	49.40	50.03	83.32	89.47	93.90	62.66	57.11	57.20	64.98	53.19	49.43	53.55	764.24
1999	36.17	39.75	54.27	77.10	59.04	65.48	56.09	63.48	64.61	57.42	45.94	44.99	664.35
2000	41.44	39.09	51.20	50.31	49.91	50.11	49.42	50.89	50.06	45.06	45.90	47.11	570.50
2001	41.33	43.09	52.98	52.72	53.99	48.81	53.68	42.53	0.00	36.93	37.69	38.20	501.93
2002	34.34	27.77	35.54	51.00	52.77	46.04	42.62	44.79	42.32	45.73	37.70	37.16	497.78
2003	37.52	41.38	0.00	39.74	49.10	40.40	35.01	48.74	58.54	65.37	61.05	43.14	520.00
2004	43.40	44.23	47.29	52.95	58.25	60.65	56.23	65.05	64.89	62.18	54.01	50.44	659.56
2005	45.27	54.23	69.57	56.73	64.52	66.25	59.27	68.17	62.48	54.90	51.34	43.35	696.07
Totales	507.94	528.99	597.53	677.17	700.57	680.07	591.78	621.37	585.35	585.66	539.50	500.46	7116.38

Fuente: INDE, 2006

**Cuadro 41** Promedio Variación mensual de la evapotranspiración para las tres estaciones

Meses												
Estación	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Albores	45.04	48.50	61.52	68.93	69.25	70.02	57.86	63.12	63.76	51.51	50.24	42.27
Pasabién	107	120.9	152.59	190.69	189.22	170.92	150.29	151.7	151.24	133.7	112.4	97.19
San Lorenzo	42.33	44.082	49.79	56.43	58.38	56.672	53.8	56.488	53.21	53.24	49.05	45.496

**Figura 35** Gráfico de la promedia variación mensual de la evapotranspiración para las tres estaciones

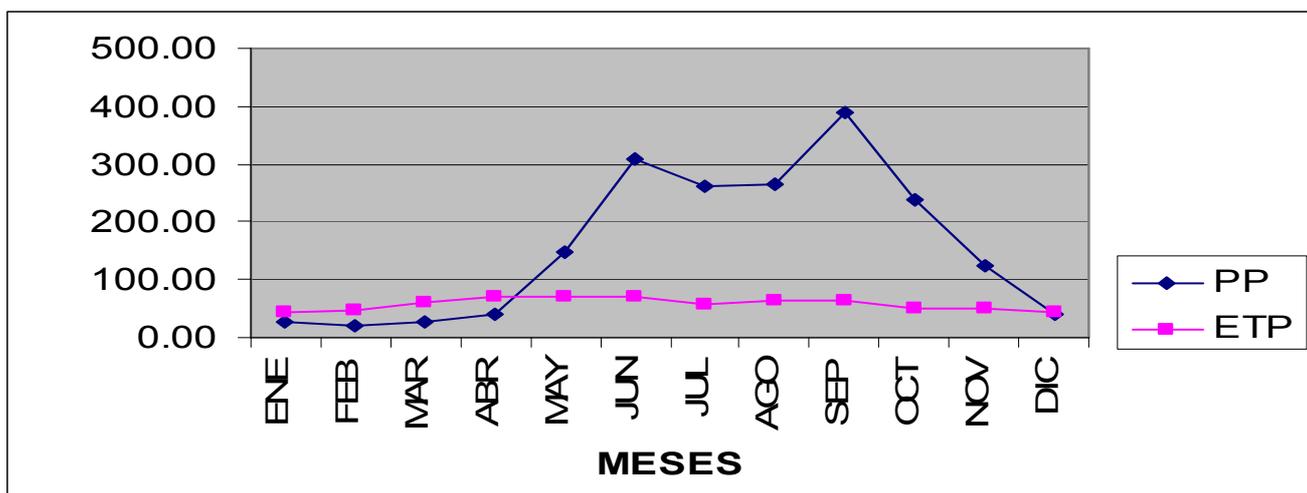
### E. Estación los Albores

La estación de Albores, se localiza en San Agustín Acasagustlán a una altura de 1900 metros sobre el nivel del mar aproximadamente, su zona bioclimática es el bosque muy húmedo subtropical frío. Esta estación presenta un déficit mensual de humedad principalmente de enero a abril y diciembre. El balance demostró que de mayo a noviembre presenta un balance positivo, (Cuadro 42).

**Cuadro 42** Resumen de variables climáticas expresados en escala media mensual estación Los Albores

Meses												
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
PP	26.04	18.67	26.57	39.07	148.78	307.16	260.12	265.55	388.58	239.28	122.98	41.57
ETP	45.04	48.50	61.52	68.93	69.25	70.02	57.86	63.12	63.76	51.51	50.24	42.27
T	16.85	17.50	22.36	23.76	23.83	20.26	17.73	19.20	19.27	16.60	16.99	14.93
PP-ETP	-19.0	-29.83	-34.9	-29.8	79.53	237.14	202.26	202.43	324.82	187.76	72.74	-0.70
PI	-2	-2	-2	-2	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+1	*-1.5

PI=\* INDICE DE PERHUMEDAD  $-9.5 + 12 = +3.5$



PP: precipitación y ETP: evapotranspiración

**Figura 36** Gráfica climadiagrama Estación los Albores.

La estación de Albores presenta un índice de perhumedad igual a +3.5, lo cual la coloca en una clasificación de vegetación de **Bosque Estacional Semi Siempre Verde** y un clima **Tropical Húmedo Seco** con una marcada estación seca.

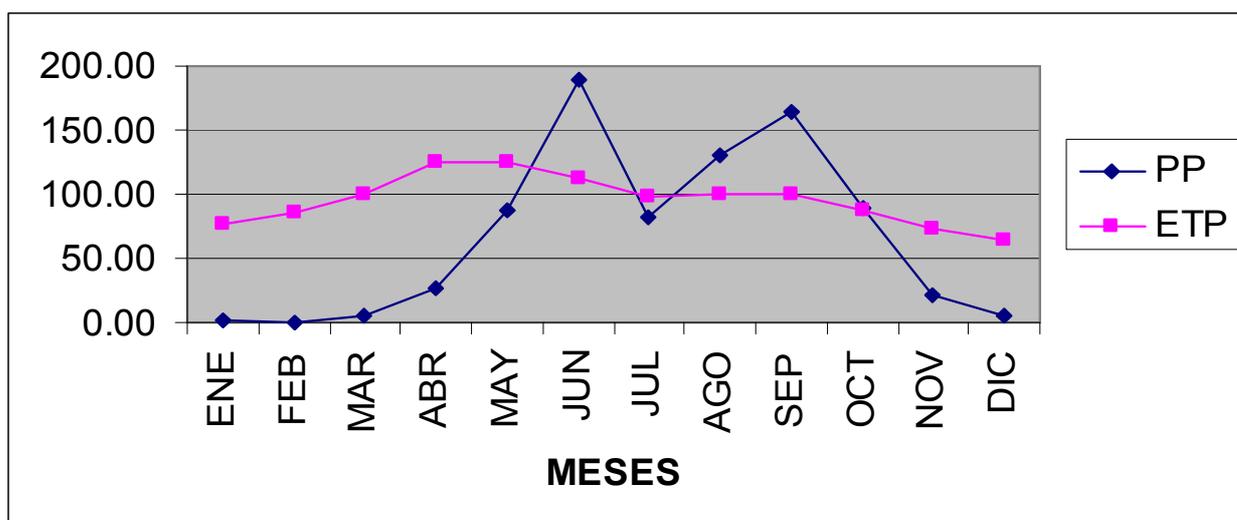
## F. Estación Pasabién

La estación Pasabién, localizada en Río Hondo, Zacapa se encuentra a una altura de 260 metros sobre el nivel del mar aproximadamente. Está próxima del ecotono entre el monte espinoso subtropical y bosque seco subtropical. Esta estación presenta un déficit mensual de humedad principalmente de enero a mayo y en julio que es en donde se presenta la canícula. Los de menos déficit son meses de junio, agosto, septiembre y octubre, seguido de un período seco que abarca de noviembre y diciembre (Cuadro 43).

**Cuadro 43** Resumen de variables climáticas expresados en escala media mensual Estación Pasabién.

Meses												
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
PP	1.69	0.7	5.58	27.55	87.37	189.49	82.37	130.05	164.06	90.09	21.09	5.65
ETP	107	120.9	152.6	190.69	189.22	170.92	150.29	151.7	151.24	133.7	112.4	97.19
T	27.07	26.24	28.25	31.78	31.92	31.05	30.36	30.57	30.48	29.53	28.33	27.43
PP-ETP	-105.3	-120.2	-147	-163.14	-101.9	18.57	-67.92	-21.65	12.82	-43.61	-91.3	-91.54
PI	-2	-2	-2	-2	-1	1	*-0.5	1	1	*-0.5	-2	-2

**PI = \* INDICE DE PERHUMEDAD -14 +3 = -11**



PP: precipitación y ETP: evapotranspiración

**Figura 37** Grafica climadiagrama Estación Pasabién.

La estación de Pasabién presenta una índice de perhumedad igual a -11, lo cual la coloca en una clasificación de vegetación de **Bosque Estacional deciduo** y un clima **Tropical Húmedo Seco** con una larga estación seca y una larga estación húmeda.

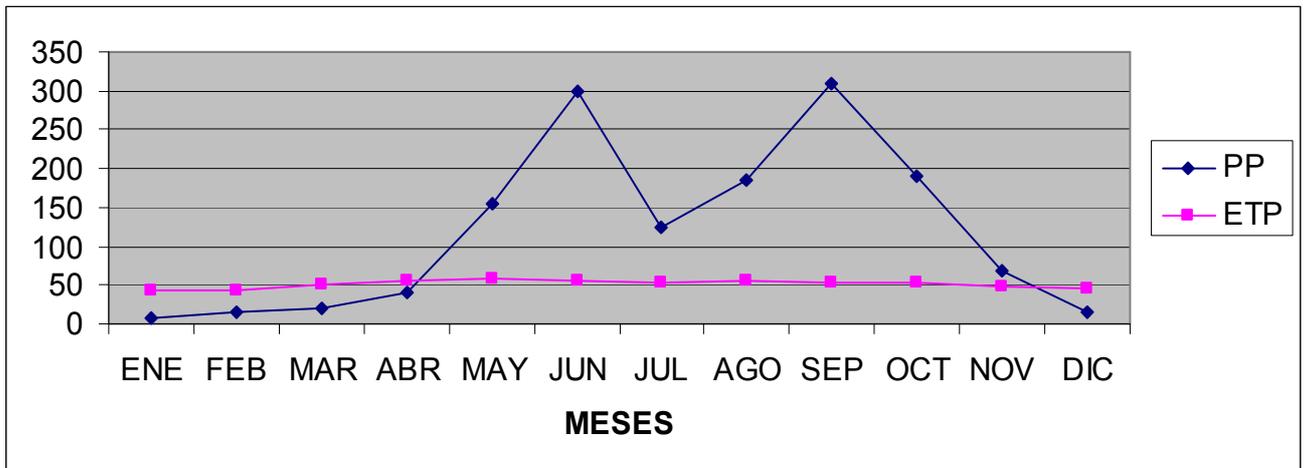
### G. Estación San Lorenzo

La estación San Lorenzo, se localiza en Río Hondo, Zacapa a una altura de 1720 metros sobre el nivel del mar aproximadamente. Esta estación presenta un déficit mensual de humedad de enero a abril y diciembre. El balance demostró que de mayo a noviembre presenta un balance positivo (Cuadro 44).

**Cuadro 44** Resumen de variables climáticas expresados en escala media mensual Estación San Lorenzo

	Meses											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
PP	7.275	15.042	20.26	41.375	155.55	299.17	124.83	184.7	309.8	189.7	67.46	14.43
ETP	42.33	44.082	49.79	56.431	58.381	56.672	53.798	56.49	53.21	53.24	49.05	45.5
T	12.91	13.272	14.23	15.843	16.258	15.926	14.155	14.67	13.81	14.05	13.24	12.56
PP-ETP	-35.1	-29.04	-29.5	-15.05	97.169	242.49	71.027	128.2	256.6	136.4	18.41	-31.1
PI	-2	-2	-2	-2	+1	+2	+1	+1	+2	+1	*-0.5	-2

\* PI = INDICE DE PERHUMEDAD  $-10.5 + 8 = -2.5$



PP: precipitación y ETP: evapotranspiración

**Figura 38** Gráfica climadiagrama Estación San Lorenzo.

La estación de San Lorenzo presenta una índice de perhumedad igual a -11, lo cual la coloca en una clasificación de vegetación de **Bosque Estacional deciduo** y un clima **Tropical Húmedo Seco** con una larga estación seca y una larga estación húmeda.

## 2.8 CONCLUSIONES

### En cuanto a la caracterización de la vegetación de ribera se concluye:

En cuanto a la clasificación por Grupos funcionales de vegetación, se logró muestrear y establecer la presencia de 4 Grupos funcionales de ribera propuestos por Baird y Maddock III (2005) y Maddock III y Baird (2003) para clasificar la vegetación de ribera, los cuales son:

El grupo funcional **Obligado de Humeral**: se encuentra ocupando los primeros 10 metros a partir de la orilla del río con las especies *Lindenia rivalis* Benth (Jasmin de agua), *Panicum* sp., *Inga Vera* (Inga), *Bactris* sp., *Hyptis verticillata* Jacq, *Cyperus* sp., *Paspalum* sp., *Oplismenus* sp., *Sida* sp. y *Desmodium* sp. Seguido del grupo funcional **Ribereñas de Raíz Poco Profunda** ocupa las posiciones intermedias de la ribera con *Cecropia peltata* L. (Guarumo), *Spondias* sp. (Jocote), *Piper aduncun* L (Cordoncillo), *Thouinidium decandrum* Humb & Bonpl, (Zorrillo), *Ceiba pentandra* (L.) Gaert, (Ceiba). *Andira inermis* (Swartz) HBK (Almendro de río), *Hechtia guatemalensis*, Mez (Piñuelón), *Clorophora tinctoria* (L) Gaud (Mora o Moral), *Nectandra* sp. (Aguacatillo), *Caesalpinia velutina* (Britt & Rose) Standl (Aripín), *Caesalpinia pulcherima* (L) Swart (Santa Rosa), *Hippocratea* sp., *Hematoxylum* sp., *Pouteria* sp., (Zapote), *Simarouba glauca* DC (Jocote de Mico), *Ceiba aescutifolia* HBK & Baker (Morul o Ceibillo), *Justicia* sp., *karwinskia* sp., *Acacia hindsii* Benth (Ixcanal), *Hymenaea courbaril* L (Guapinol), *Tabernaemontana chysocarr* Blake (Chapupo), *Tabebuia rosea* (Bertol) DC (Matilisgute), *Crescentia alata* HBK (Morro), *Sabal guatemalensis* Beccari (Sabal), *Manquifera indica* L (Mango).

El grupo funcional **Ribereñas de Raíz Profunda** como por ejemplo *Salix* sp. Seguido el grupo funcional **Ribereñas de Transición o Facultativas** es toda la vegetación que esta alrededor de los bosques de ribera entre las cuales se encuentra las especies *Etherolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb (Conacaste), *Annona reticulata* L (Anona), *Trichilia hirta* L (Quesillo), *Celtis iguanaea* (Jacq) Sarg (Cabalero), *Cnidocolos tubulosos* (Muell Agr.) I.M. Johnston, (Chichicaste de Caballo). *Thavetia ovata* (Cav) A. DC (Chilindrón), *Guazuma umbifolia* Lam (Caulote). Y el **Bosque seco Monte Espinoso** se

encuentra ocupando la posición de los 35 a mayor de 50 metros a partir de la orilla del río, encontrándose las especies características como la *Leucaena* sp., (Yaje). *Lamarireocerus echlamii* Britt. & Rose (Tuno), *Guaiacum sanctum* L. (Guayacán), *Jacquinia aurantiaca* Ait (Duruche), *Bursera simaruba* (L) Sarg (Jiote), *Nopalea guatemalensis* Rose (Nopal).

**Partiendo del análisis físico de los suelos muestreados en la ribera se concluye que:**

Para el **Río Uyús** en el grupo funcional de vegetación **Obligadas de Humedal** predominan las texturas de arenosa franca a franco arcillo arenosa, reporta los valores mas bajos de porcentaje de materia orgánica los cuales van de 3.01 a 0.69 % con una densidad aparente que va de 2.5 a 1.9 y con valores de densidad real de 1.48 a 1.21 g/cc. Seguido del grupo funcional de vegetación **Ribereñas de Raíz Poco Profunda** y **Ribereñas de Raíz Profunda** predominan las texturas Franco arcillosas y Franco arcillo arenosas, con valores intermedios de porcentaje de materia orgánica que van de 10.54 a 1.25 % con una densidad aparente de 1.43 a 0.95 y con valores de densidad real de 2.5 a 1.6 g/cc. Para el caso del **Monte Espinoso** predominan las texturas Franco arcillo arenosas a Franco arenosas, con valores mas altos de porcentaje de materia orgánica que van de 17.35 a 1.05% con una densidad de 1.48 a 0.74 y con valores de densidad real de 2.61 a 2.10 g/cc.

En el caso de a **Quebrada El Platanar o Seca** en el grupo funcional de vegetación **Ribereñas de Raíz Poco Profunda** y **Ribereñas de Raíz Profunda** predomina la textura Franco arcillo arenosa, con valores ligeramente mas altos de porcentaje de materia orgánica que van de 6.3 a 2.4% con una densidad aparente de 1.42 a 1.11 y una densidad real de 2.35 a 2.28 g/cc. Seguido del grupo funcional de vegetación **Ribereñas de Transición o facultativas** y **Bosque seco Monte Espinoso** predominan las texturas Franco arcillo arenosas a Arcillosas, con valores ligeramente más bajos de porcentaje de materia orgánica que van de 6.1 a 1.43% con una densidad aparente de 1.42 a 1.08 y una densidad real de 2.5 a 2.16 g/cc.

Para **Río Hondo cauce principal**, en el grupo funcional de vegetación **Obligadas de humedal** predominan las texturas de Franco arenosa a Arena franca, reporta los valores

mas bajos de porcentaje de materia orgánica los cuales van de 1.3 a 0.69 % con una densidad aparente que va de 1.33 a 1.30 g/cc. Seguido del grupo funcional de vegetación **Ribereñas de Raíz poco Profunda** y **Ribereñas de Raíz Profunda** predominan las texturas Franco arenosas a Franco arcillo arenosas, con valores mas altos de porcentaje de materia orgánica que van de 9.29 a 3.03% con una densidad de 1.02 a 1.33 g/cc. En el caso del grupo funcional de vegetación **Ribereñas de Transición o facultativas** y **Bosque seco Monte espinoso** predominan las texturas Franco arcillo arenosas a Franco arenosas con valores intermedios de porcentaje de materia orgánica que van de 1.94 a 3.71% con una densidad de 1.48 a 1.21 g/cc.

#### **En el caso del análisis por textura:**

Para el caso de las texturas **arena, arena franca y franca arenosa** el agua gravitacional es removida rápidamente por el drenaje reportando valores de conductibilidad altos (75.54 a 20.58 milímetros por hora) y la diferencia entre la capacidad de campo y punto de marchitez permanente o agua capilar disponible es pequeña (5.0 a 3.94 %), el agua higroscópica por debajo del marchitez permanente ya no es aprovechable. Seguido de la textura **franco arcillo arenosa** puede observarse que el agua gravitacional es removida más lentamente que en el caso de las arenas reportando valores de conductibilidad intermedios (25.92 a 5.00 milímetros por hora), y la diferencia entre los valores de la capacidad de campo y punto de marchitez permanente son intermedias (16.44 a 6.78 %). Para el caso de la textura **arcilla y Franco arcillosa** se puede observar que el agua gravitacional es removida lentamente reportando valores de conductibilidad bajos (19.33 a 8.98 milímetros por hora), y la diferencia entre los valores de la capacidad de campo y punto de marchitez permanente son altos (14.43 a 11.55%).

#### **En cuanto a la caracterización climática de la subcuenca del Río Uyus:**

La estación de Albores presenta un **Bosque Estacional Semi Siempre Verde** y un clima **Tropical Húmedo Seco** con una marcada estación seca.

La estación de Pasabién al igual que la estación San Lorenzo presentan un **Bosque Estacional deciduo** y un clima **Tropical Húmedo Seco** con una larga estación seca y una larga estación húmeda.

## 2.9 RECOMENDACIONES

- Mejorar la red de estaciones meteorológicas para aumentar la cobertura de datos climatológicos, y abarcar el estudio de caudales para realizar un estudio de hidrología forestal de las riberas de la Región Semiárida del Valle del Motagua.
  
- Estudiar la vegetación de ribera de otros afluentes del valle del Motagua y abarcar la zona del valle, pie de monte y cima.
  
- Reconocer a los bosques de ribera como un ecosistema estratégico para la conservación y protección de las fuentes de agua.

## 2.10 BIBLIOGRAFIA

1. Aguiar, FC; Ferreira, MT; Moreira, IS; Albuquerque, A. 2000. Riparian types on a mediterranean basin. *Aspects of Applied Biology* 58:1-12.
2. Allen, RG; Pereira, LS; Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper no. 56*, 300 p.
3. Altier, LS; Lowrance, R; Williams, RG; Indamar, SP; Bosch, KK; Sheridan, JM; Hubbard, RK; Thomas, DL. 2002. Riparian ecosystem management model: simulator for ecological processes in riparian zones. *USDA, Conservation Research Report no. 46*, 216 p.
4. Baird, KJ; Maddock III, T. 2005. Simulating riparian evapotranspiration: a new methodology and application for groundwater models. *Journal of Hydrology* 2005:1-15.
5. Baker, WL; Walford, GM. 1995. Multiple stable states an model of riparian vegetation succession on the Animas River, Colorado. *Annals of the Association of American Geographers* 85(2):320-338.
6. Bendix, J. 1994. Scale, direction, and pattern in riparian vegetation-environment relationships. *Annals of the Association of American Geographers* 84(4):652-665.
7. Bernez, I; Daniel, H; Haury, J; Ferreira, MT. 2004. Combined effects of enviromental factors and regulation on macrophyte vegetation along three rivers in Western France. *River Res. Applic.* 20:43-59.
8. Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Trad. por Jorge Lalucat. España, Blume Ediciones. 820 p.
9. Bren, L. 1993. Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. *Journal of Hydrology* 150(2-4):277-299.
10. Brinson, MM; Verhoeven, J. 1999. Riparian forests. *In* Hunter, MI. 1999. *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. NY, US, Cambridge University Press. p. 265-299.
11. Brookes, A; Shields, F. (eds). 2001. *River channel restoration: guiding principles for sustainable projects*. US, Jhon Wiley. 433 p.
12. Brookes, CJ; Hooke, JM; Mant, J. 2000. Mokelling vegetation interactions with channel flor in river valleys of the Mediterranean region. *Catena* 40:93-118.
13. Capon, SJ. 2003. Plant community responses to wetting and drying in a large arid floodplain. *Tiver Red. Applic.* 19:509-520.

14. Castañeda Salguero, C. 2004. Árboles y arbustos de los bosques secos de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques de Guatemala. 199 p.
15. Chauhan, M; Gopal, B. 2005. Vegetation structure and dynamics of a floodplain wetland along a subtropical regulated river. *River Res. Applic.* 21:513-534.
16. Chen, YD; Carsell, RF; McCutcheon, SC, Nutter, WL. 1998. Stream temperature simulation of forested riparian areas: 1. watershed-scale model development. *J. Environ. Eng.* 124(4):304–315.
17. Chow, VT *et al.* 1996. Hidrología aplicada. Colombia, McGraw-Hill Interamericana. 584 p.
18. Coles-Ritchie, MC; Henderson, R; Archer, EK; C; Kershner, JL. 2004. Repeatability of riparian vegetation sampling methods: how useful are these techniques for broad-scale, long term monitoring. US, General Technical Report RMRS- GTR-138. 18 p.
19. Corbacho, C; Sánchez, JM; Costillo, E. 2003. Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of a Mediterranean area. *Agriculture Ecosystems and Environment* 95:495-507.
20. Crawley, MJ (ed). 1997. Plant ecology. 2 ed. UK, Blackwell Science. 717 p.
21. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
22. Deng, Z; Singh, VP. 2002. Optimum channel pattern for environmentally sound training and management of alluvial rivers. *Ecological Modelling* 154:61-74.
23. Diek, JJ; Robinson, LR. 2004. General classification handbook for food plan vegetation in large river systems. US, Geological Survey La Crosse Wi Upper Midwest Environmental Sciences Center. Book 2, 42 p. (Collection of Environmental Data).
24. Dingman, SL. 2002. Physical hidrology. New Jersey, US, Prentice Hall. 646 p.
25. Dix, M; Fernández, J. (eds). 2001. Inventario nacional de los humedales de Guatemala. Costa Rica, UICN-Mesoamérica / CONAP / USAC. 176 p.
26. Drezner, TD; Fall, PL; Stronmberg, JC. 2001. Plant distribution and dispersal mechanisms at the Hassayampa Tiver Preserve, Arizona, USA. *Global Ecology & Biogeography* 10:205-217.
27. FDN (Fundacion Defensores de la Naturaleza, GT). 2003. III plan maestro de la reserva de biosfera Sierra de las Minas. Guatemala. 81 p.

28. FDN (Fundacion Defensores de la Naturaleza, GT). 2004. Programa de investigación y de monitoreo de recursos hídricos fondo del agua sistema Motagua–Polochic: documento preliminar. Guatemala. 47 p.
29. Fereira, MT; Moreira, IS. 1999. River plants from an Iberian basin and environmental factors influencing their distribution. *Hydrologia* 415:101-107.
30. FISRWG, US. 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices. GPO Item no. 0120-A; Su Docs no. A 57. 6/2: en 3/PT. 653 p.
31. Garcia, J. s.f. Vegetacion riparia y régimen de caudales. Madrid, España, EUIT Forestal, Universidad Politécnica de Madrid. 74 p.
32. Gauch, HG. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge, US, Cambridge University Press. 298 p.
33. Glenz, C. 2001. Predicting floodplain vegetation development considering ecological, geomorphological and hidraulic processes: case of erd; rhone correction in Valais. Research Plan of GECOS. 13 p. (No publicated).
34. Goodrich, D. *et al.* 2000. Seasonal estimates of riparian evapotranspiration using remote and *in situ* measurements. *Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 105:281-309.
35. Gregory, SV; Swanson, F; McKee, A; Cummins, K. 1991. An ecosystem perspectiva of riparian zones. *BioScience* 41:540-550.
36. Guymon, GL. 1994. Unsaturated zone hydrology. US, Prentice Hall. 210 p.
37. Hanson, JS; Malanson, GP; Armstrong, MP. 1990. Landscape fragmentation and dispersal in a model of riparian forest dynamics. *Ecological Modelling* 49(3-4):227-296.
38. Herrera Ibañez, I. 2002. Hidrogeología práctica. Guatemala, USAC/ B. Red Centro Americana de Manejo de Recursos Hídricos. v. 1, 234 p.
39. Herrera, II. 1995. Manual de hidrología. Guatemala. USAC, Facultad de Agronomía. 223 p.
40. Holdridge, LR. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Sea. Costa Rica, IICA. 365 p.
41. Hooper, RP; Aulenbach, BT; Burns, DA, McDonnell, JJ; Freer, J; Kendall, C; Beven, K. 1998. Riparian control of streamwater chemistry: implications for hydrochemical basin models. *IAHS* 248:451–458.

42. Horton, JL; Kolb, TE; Hart, SC. 2001. Responses of riparian trees to interannual variation in ground water depth in a semi arid river basin. *Plant, Cell and Environment* 24:293-304.
43. Howard, AD. 1992. Modelling channel migration and floodplain sedimentation in meandering streams. *In* Lowland rivers: geomorphological perspectives. Eds. PA Carling & GE Petts. US, John Wiley. p. 1-41. Citado por: Richards, K; Brasington, J; Hughes, F. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and potential modelling strategy. *Freshwater Biology* 47:559-579.
44. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1967. Mapa topográfico de Guatemala: hoja Río Hondo, no. 2261 II. Guatemala. Esc. 1:50000. Color.
45. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1967. Mapa topográfico de Guatemala: hoja San Agustín Acasagustlán, no. 2260 IV. Guatemala. Esc. 1:50000. Color.
46. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2005. Programa de investigación de hidrología forestal. Guatemala, Serviprensa. 37 p.
47. Karrengerger, S; Edwards, PJ; Kollman, J. 2002. The life history of Salicaceae living in the active zone of floodplains. *Freshwater Biology* 47:733-748.
48. Kramer, PJ; Boyer, JS. 1995. Water relations of plants and soils. US, Academia Press. 495 p.
49. Laio, F; Porporato, A; Ridolfi, L; Rodríguez-Iturbe, I. 2001. Plants in water-controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress: II probabilistic soil moisture dynamics. *Advances in Water Resources* 24:707-723.
50. Lite, SJ; Strongber, JC. 2005. Surface water and ground-water thresholds for maintaining *Populus-Salix* forests, San Pedro River, Arizona. *Biological Conservation* 125(205):153-167.
51. Lovett, S; Hurgan, H (eds). 1998. Riparian zones: what are they?. Australia, LWRRDC. no. 11, 19 p.
52. Lowrance, R; Altier, L; Williams, R; Inambar, S; Bosch, D; Sheridan, J; Thomas, D; Hubbard, R. 1998. The riparian ecosystem management model: simulator for ecological processes in buffer systems. *In* Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference (1, 1998, US). Proceedings. Las Vegas, NV, US, s.e. p. 1-81 a 1-88.
53. Maddock, T; Mac Nish, RD; Goodrich, DC; Williams, DG; Shuttleworth, WJ; Goff, BA; Scott, RL; Moran, MS; Cooper, DI; Hipps, LE; Chehbouni, AG. 1998. The overview of atmospheric and surface water coupling to regional groundwater models in semi-arid basins. *In* American meteorological society, special symposium on hydrology (1998, AZ, US). US. Sesión 1, Artículo 1.10.

54. MAG (Ministerio de Agricultura y ganaderia, CR). 1980. Metodología para análisis de suelos plantas y aguas. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Boletín Técnico no 68, 44 p.
55. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentación GT). 1996, Plan de acción forestal para Guatemala. Guatemala, Proyecto FAO-GCP/GUA/007/ NET. 84 P.
56. Malanson, GP. 1993. Riparian landscapes. UK, Cambridge University Press. 25 p.
57. Matteucci, S; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, DC, US, OEA. 168 p.
58. McCune, B; Metford 1997. Multivariate analysis of ecological data: version 3.12. Oregon, US, Glenton Beach Oregon.
59. Miller, D; Luce, C; Benda, L. 2003. Time, space and episodicity of physical disturbance in streams. *Forest Ecology and Management* 178:121–140.
60. Morales De la Cruz, M. 2006. Revisión del estado del arte sobre modelación en ecosistemas de ribera. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. 56 p.
61. Naiman, RJ; Bilby, RE; Bisson, PA. 2000. Riparian ecology and management in the Pacific coastal rain forest. *BioScience* 50(11):996-1011.
62. Nilsson, C; Berggren, K. 2000. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation *BioScience* 50(9):783-792.
63. Pabst, RJ; Spies, TA. 1999. Structure and composition of unmanaged riparian forests in the coastal mountains of Oregon, USA. *Can. J. For. Res.* 29:1557-1573.
64. Porporato, A; Laio, F; Ridolfi, L; Rodriguez-Iturbe, I. 2001. Plants in water controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress: III vegetation water stress. *Advances in Water Resources* 24:725-744.
65. Puricelli, M. 2003. Estimación y distribución de parámetros del suelo para la modelación hidrológica. Tesis PhD. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. 435 p.
66. Rasmussen, GA; Goodwin, CN; Dobrowolski, JP. 2000. A conceptual approach to integratin upland, riparian, and stream monitoring an intermediate sized watershed scale. *In Society for Range Management Annual Meeting (2000, Boise, Idaho, US)*. Boise, Idaho, US. P. 1 poster.
67. Richards, K; Brasington, J; Hughes, F. 2002. Geomorphic dynamics of floodplains: ecological implications and potential modelling strategy. *Freshwater Biology* 47:559-579.

68. Richards, PW. 1996. The tropical rain forest an ecological study. US, Cambridge University. 375 p.
69. Rodríguez-Gonzales, PM; Ferreira, MT; Rego, PR. 2004. Vegetation typex and within-stand structure. *Forest Ecology and Management* 203:261-272.
70. Rosito Monzon, JC. 1999. Estudio florístico de la comunidad del cipresillo (*Taxus globosa* Sxhlecht), en los cerros Pinalón, Guaxabajá y Mulujá en la Sierra de las Minas. Guatemala, FDN. 105 p.
71. Sánchez Rodriguez, Y. 2001. Estado de conservacion del bosque de galeria del Jardín Botánic Cupaynicu. *Revista Electronica Granma Ciencia* 5(2):66-75.
72. Scott, R; Edwards, E; Shuttleworth, W; Huxmanc, T; Watts, C; Goodrich, D. 2004. Interannual and seasonal variation in fluxes of water and carbon dioxide from a riparian woodland ecosystem. *Agricultural and Forest Meteorology* 122:65–84.
73. Scott, RL, Shuttleworth, WJ, Goodrich, DC, Maddock, T. 2000. The water use of two dominant vegetation communities in a semiarid riparian ecosystem. *Agric. For. Meteorol.* 105:241–256.
74. Secaira, E; Prado, P; Pérez, S. 2003. Plan de conservación de la región semiárida del valle del Motagua. Guatemala, FDN / TNC / USAID. 61 p.
75. Simon, A; Bennett, SJ; Neary, VS. 2004. Riparian vegetation and fluvial geomorphology: problems and opportunities. *American Geophysical Union* 10:1-10.
76. Smith, TM; Shugart, HH; woodward, FI (ed). 1997. Plant functional types: their relevante to ecosystem properties and global change. US, Cambridge University Press / Internacional Geosphere-Biosphere Programme Book Series. 369 p.
77. Snyder, KA; Williams, DG. 2000. Water sources used by riparian trees varies among stream types on the San Pedro River. *Arizona Agric. For. Meteorol.* 105:227-240.
78. Snyder, KA; Williams, DZ; Gempko, V. 1998. Water source determination in cottonwood / willow and mesquite forests on the San Pedro River in Arizona. *In American Meteorological Society, Special Simposium on Hydrology (1998, AZ, US)*. US. 1 poster.
79. Sparovek, G, Lima Ranieri, S; Gassner, A; Maria, I De; Schnug, E; Ferreira Dos Santos, F; Joubert, A. 2002. A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90:169–175.
80. Standley, P; Steyermark, J. 1946-1977. *Flora of Guatemala*. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, Fieldana Botany, v. 24, 13 ptes.

81. Stave, J; Oba, G; Stenseth, NC; Normal, I. 2005. Environmental gradients in the Turkel riverine forest, Kenya: Hypotheses on dam- induced vegetation change. *Forest Ecology and Management* 212:184-198.
82. Stromberg, J. 2001. Restoration of riparian vegetation in the south-western United States: importance of flow regimes and fluvial dynamism. *Journal of Arid Environments* 49: 17-34.
83. Suárez, ML; Vidal-Abarca, M; Sánchez-Montoya, M; Alba-Tercedor, J; Alvarez, M; Aviles, J; Bonada, N; Casas, J; Jaimez-Cuellar, P; Vivas, S. 2002. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica* 21(3-4):135-148.
84. Tabacchi, E; Correll, DL, Hauer, R; Pinay, G; Planty-Tabacchi, A; Wissmar, RC. 1998. Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. *Freshwater Biol.* 40:497-516.
85. Taiz, L; Zeiger, E. 1998. *Plant physiology*. 2ª. Ed. Estados Unidos, Sinauer Associates, 792 p.
86. Terradas, J. 2001. *Ecología de la vegetación: de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. España, Omega. 703 p.
87. TUWINSPAN, US. 1979. A ForTran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, US, Cornell University. 60 p.
88. USDA, US. 2003. *Riparian–wetland soils: riparian area management*. USDA, Technical Reference 1737-19, 86 p.
89. Vargas Ponce, JM. 1999. Caracterización de las comunidades vegetales asociadas a las familias lophosoriaciae, dicksoniaceae y cyatheaceae, en el bosque nublado de la microcuenca “ Río el Naranjo”, en la Sierra de las Minas. Guatemala, FDN. 98 p.
91. Veneklaas, EJ; Fajardo, A; Obregon, S; Lozano, J. 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography* 28:236-252.
92. Walkey, A; Black, CA. 1983. An examination of the degtajaref’s method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-39.
93. Webb, RH; Lake, SA. 2006. Ground- water surface-water interactions and long term change in riverine riparian vegetation in the southwestern United States. *Journal of Hydrology* 320:302-323.

94. Welty, J; Beechieb, T; Sullivan, K; Hyinka, D; Bilby, R; Andrus, C; Pess, G. 2002. Riparian aquatic interaction simulator (RAIS): a model of riparian forest dynamics for the generation of large woody debris and shade. *Forest Ecology and Management* 162:299–318.
95. Williams, DG; Brunel, J; Schaeffer, SM; Snyder, KA. 1998. Biotic controls over the functioning of desert riparian ecosystems. *In* American Meteorological Society, Special Symposium on Hydrology (1998, AZ, US). US. Sesión 1, Artículo 1.11.
96. Winward, AH. 2000. Monitoring the vegetation resources in riparian areas (Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-47). Ogden, UT, US, USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 49 p.

## 2.11 ANEXOS

**Cuadro 45A** Descripción del análisis fisicoquímico del transecto no. 1 Uyús el Progreso

RIBERA ESTE														
MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)	Arcilla	Limo	Arena		gr/cc	gr/cc	Porcentaje	0.33	1	5	10	15
21	RRP-RRS	0-20	10.84	12.98	76.19	FRANCO ARENOSO	1.3333	2.3729	2.3	13.11	9.25	8.32	6.61	6.06
22	RRP-RRS	20-40	12.94	15.08	71.99	FRANCO ARENOSO	1.4286	2.5	1.49	14.56	9.17	6.70	6.22	5.80
23	B.S	0-20	19.24	17.18	63.59	FRANCO ARENOSO	1.2121	2.5	1.94	16.53	12.47	8.58	7.95	7.10
24	B.S	20-40	19.61	19.28	61.11	FRANCO ARENOSO	1.25	2.6087	1.32	14.79	10.46	7.74	7.33	6.77
25	R.H	0-20	11.21	12.98	75.81	FRANCO ARENOSO	1.2121	2.2222	2.64	15.56	11.45	10.10	8.57	7.78
26	R.H	20-40	11.21	10.88	77.91	FRANCO ARENOSO	1.2903	2.5	1.88	12.29	9.02	7.07	6.59	6.16
RIBERA OESTE														
MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión MUESTRA				
Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)	Arcilla	Limo	Arena		gr/cc	gr/cc	Porcentaje	0.33	1	5	10	15
27	RRP-RRS	0-20	19.61	18.9	61.49	FRANCO ARCILLOSO	1.2903	2.3529	5.05	22.42	14.46	10.46	9.95	9.09
28	RRP-RRS	20-40	17.51	15.08	67.41	FRANCO ARCILLOSO	1.4283	2.5	3.03	20.34	12.01	8.46	8.00	7.40
29	B.S	0-20	19.61	21.38	59.01	FRANCO ARCILLOSO	1.3333	2.3529	3.71	22.44	13.18	9.42	9.10	8.25
30	B.S	20-40	23.94	19.66	56.91	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.4815	2.5	1.56	20.76	11.61	8.00	7.82	6.97

Vegetación y/o uso de la tierra:

Árboles y arbustos (Extremo este: RRP-RRS: Conacaste, Almendro, Ceiba, Guarumo, BS: Yaje, Capulín Extremo Oeste: RRP-RRS: Conacaste, Almendro, BS: Guayacán, Indio desnudo).

**Cuadro 46A** Descripción del análisis fisicoquímico del transecto no. 2 Uyús el Progreso

RIBERA OESTE														
MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
	Grupo funcional de vegetación		(cm)	Arcilla	Limo					Arena	gr/cc	gr/cc	Porcentaje	0.33
71	RRP-RRS	0-20	20.37	18.52	61.11	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.1111	1.9048	9.29	23.28	18.98	17.03		
72	RRP-RRS	20-40	20.37	14.32	65.31	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.25	2.2222	4.31	13.09	11.83	7.78	6.99	6.31
73	R.H	0-20	9.87	3.82	86.31	ARENA FRANCA	1.4815	2.5	0.69	5.34	4.48	2.90	2.47	2.44
74	B.S	0-20	19.61	21.38	59.01	FRANCO ARCILLOSO	1.3333	2.5	3.71	10.90	10.11	7.40	6.23	5.69
75	B.S	20-40	23.94	19.66	56.91	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.4815		1.56					

Vegetación y/o uso de la tierra:

Árboles y arbustos (Extremo Oeste: RRP-RRS: Conacaste, Palo sangre. BS: Brasil, Cadeno, Jocote de mico, Indio desnudo, jagay).

**Cuadro 47A** Descripción del análisis fisicoquímico del transecto no. 3 Uyús el Progreso

RIBERA ESTE														
MUESTRA Número	CODIGO Grupo funcional de vegetación	Profundidad. (cm)	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente gr/cc	Densidad Real gr/cc	Materia Orgánica Porcentaje	Atmósfera de presión				
			Arcilla	Limo	Arena					0.33	1	5	10	15
31	B.S	0-20	29.74	23.86	46.41	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.2121	2.1622	5.54	29.00	19.25	15.04	13.72	12.56
32	B.S	20-40	32.21	19.28	48.51	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.2903	2.3529	4.09	27.80	19.29	14.15	12.66	11.81
33	RRP-RRS	0-20	34.31	23.48	42.21	FRANCO ARCILLOSA	1.0256	2.1053	6.81	29.22	22.55	18.81	17.00	16.26
34	RRP-RRS	20-40	33.94	19.28	46.79	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.0811	2.1622	4.12	28.79	20.06	16.04	15.17	14.82
35	R.H	0-20	21.34	13.36	65.31	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.3333	2.5	3.58	23.12	13.65	9.50	8.55	7.99
36	R.H	20-40	21.34	17.18	61.49	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.3793	2.3529	3.3	21.03	14.18	9.15	8.91	8.22
RIBERA OESTE														
MUESTRA Número	CODIGO Grupo funcional de vegetación	Profundidad. (cm)	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente gr/cc	Densidad Real gr/cc	Materia Orgánica Porcentaje	Atmósfera de presión				
			Arcilla	Limo	Arena					0.33	1	5	10	15
37	B.S	0-20	19.24	18.9	61.86	FRANCO ARENOSA	1.3793	2.2857	3.69	21.52	13.58	9.49	8.92	8.56
38	B.S	20-40	19.24	16.8	63.96	FRANCO ARENOSA	1.4286	2.5	2.56	19.57	11.99	8.72	8.00	7.78
39	RRP-RRS	0-20	16.76	19.87	63.38	FRANCO ARENOSO	1.3333	2.2222	6.03	24.65	16.20	11.65	10.88	10.20
40	RRP-RRS	20-40	20.96	19.87	59.18	FRANCO ARENOSO	1.3333	2.3529	5.78	24.81	16.44	11.94	11.06	10.69
41	R.H	0-20	10.46	11.47	78.08	FRANCO ARENOSO	1.3793	2.5	1.65	15.69	9.00	6.31	5.89	5.10

Vegetación y/o uso de la tierra:

Árboles y arbustos (Extremo este: RRP-RRS: Cadeno, Almendro, Ceiba, Extremo Oeste: RRP-RRS: ).

**Cuadro 48A** Descripción del análisis fisicoquímico del transecto no. 4 Uyús el Progreso**RIBERA ESTE**

MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
			Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)					Arcilla	Limo	Arena	gr/cc	gr/cc
47	RRP-RRS	0-20	17.14	17.77	65.1	FRANCO ARENOSA	1.25	2.3529	4.05	19.11	13.71	10.14	9.00	8.61
48	RRP-RRS	20-40	15.04	17.77	67.2	FRANCO ARENOSA	1.2903	2.5	3.25	15.02	12.17	8.85	8.20	7.70
49	B.S	0-20	21.34	18.14	60.52	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.2121	2.2222	4.98	19.34	16.07	11.63	10.52	9.50
50	B.S	20-40	25.54	20.24	54.22	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.25	2.381	4.05	18.76	15.28	11.49	10.72	9.90

**RIBERA OESTE**

MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentage			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
			Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)					Arcilla	Limo	Arena	gr/cc	gr/cc
43	R.H	0-20	10.84	15.67	73.5	FRANCO ARENOSA	1.4286	2.5	1.68	1.116.08	8.12	5.72	5.18	5.04
44	R.H	20-40	10.84	15.67	73.5	FRANCO ARENOSA	1.4815	2.6667	1.25	12.26	6.09	4.52	4.00	3.50
45	RRP-RRS	0-20	23.44	21.59	54.98	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.0526	2.2222	6.46	30.39	23.96	17.58	16.00	14.93
46	RRP-RRS	20-40	25.54	26.17	48.3	FRANCO ARCILLO ARENOSO	0.9524	2	10.54	35.75	29.14	22.22	20.06	19.04

Vegetación y/o uso de la tierra:

Árboles y arbustos (Extremo este: RRP-RRS:Conacaste, Palo de Sangre, P Caulote, Indio desnudo, Almendro, Anona. Extremo Oeste: RRP-RRS: Palo Sangre, aamate Cadeno).

**Cuadro 49A** Descripción del análisis fisicoquímico del transecto no. 5 Uyús el Progreso

<b>RIBERA ESTE</b>														
MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
			Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)					Arcilla	Limo	Arena	gr/cc	gr/cc
51	RRP-RRS	0-20	52.84	17.77	29.4	ARCILLOSO	1.0506	2.1053	7.58	45.16	40.54	36.20	35.10	33.61
52	RRP-RRS	20-40	10.84	11.47	77.7	FRANCO ARENOSO	1.25	2.3529	1.25	15.60	12.57	8.12	7.66	7.23
53	B.S	0-20	40.24	28.27	31.5	ARCILLOSO	0.7407	1.5385	17.35	57.97	52.69	48.51	45.06	44.64
54	B.S	20-40		38.14	13.19	38.18	ARCILLO ARENOSO	0.9524	2	14.79	39.79	35.35	33.32	29.31
55	R.H	0-20	12.94	18.14	67.2	FRANCO ARENOSO	0.9756	2.1053	3.01	23.04	18.50	14.56	13.93	12.01
56	R.H	20-40	15.04	24.44	56.7	FRANCO ARENOSO	0.8696	1.9078	3.91	36.42	28.37	20.24	17.76	13.10
<b>RIBERA OESTE</b>														
MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
			Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)					Arcilla	Limo	Arena	gr/cc	gr/cc
57	B.S	0-20	12.44	13.47	73.88	FRANCO ARENOSA	1.1765	2.3529	3.31	14.23	12.68	11.30	8.01	7.00
58	RRP-RRS	0-20	15.04	18.14	66.82	FRANCO ARENOSO	1.1111	2.2222	3.09	18.91	16.30	13.19	9.25	8.46

Vegetación y/o uso de la tierra:

Árboles y arbustos (Extremo este: RRP-RRS: BS: Extremo Oeste: RRP-RRS: BS: ).

**Cuadro 50A** Descripción del análisis fisicoquímico del transecto no. 6 Uyús el Progreso

<b>RIBERA ESTE</b>														
<b>MUESTRA</b>	<b>CODIGO</b>	<b>Profundidad.</b>	<b>Granulometría en porcentaje</b>			<b>Clase Textural</b>	<b>Densidad aparente</b>	<b>Densidad Real</b>	<b>Materia Orgánica</b>	<b>Atmósfera de presión</b>				
<b>Número</b>	<b>Grupo funcional de vegetación</b>	<b>(cm)</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Limo</b>	<b>Arena</b>		<b>gr/cc</b>	<b>gr/cc</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>0.33</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
59	RRP-RRS	0-20	10.84	12.98	76.19	FRANCO ARENOSO	1.3333	2.3729	2.3	13.11	9.25	8.32	6.61	6.06
60	RRP-RRS	20-40	12.94	15.08	71.99	FRANCO ARENOSO	1.4286	2.5	1.49	14.56	9.17	6.70	6.22	5.80
61	B.S	0-20	19.24	17.18	63.59	FRANCO ARENOSO	1.2121	2.5	1.94	16.53	12.47	8.58	7.95	7.10
62	B.S	20-40	19.61	19.28	61.11	FRANCO ARENOSO	1.25	2.6087	1.32	14.79	10.46	7.74	7.33	6.77
63	R.H	0-20	11.21	12.98	75.81	FRANCO ARENOSO	1.2121	2.2222	2.64	15.56	11.45	10.10	8.57	7.78
64	R.H	20-40	11.21	10.88	77.91	FRANCO ARENOSO	1.2903	2.5	1.88	12.29	9.02	7.07	6.59	6.16
<b>RIBERA OESTE</b>														
<b>MUESTRA</b>	<b>CODIGO</b>	<b>Profundidad.</b>	<b>Granulometría en porcebtaje</b>			<b>Clase Textural</b>	<b>Densidad aparente</b>	<b>Densidad Real</b>	<b>Materia Orgánica</b>	<b>Atmósfera de presión</b>				
<b>Número</b>	<b>Grupo funcional de vegetación</b>	<b>(cm)</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Limo</b>	<b>Arena</b>		<b>gr/cc</b>	<b>gr/cc</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>0.33</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
65	RRP-RRS	0-20	19.61	18.9	61.49	FRANCO ARCILLOSO	1.2903	2.3529	5.05	1.222.42	14.46	10.46	9.95	9.09
66	RRP-RRS	20-40	17.51	15.08	67.41	FRANCO ARCILLO	1.4283	2.5	3.03	20.34	12.01	8.46	8.00	7.40
67	B.S	0-20	19.61	21.38	59.01	FRANCO ARCILLOSO	1.3333	2.3529	3.71	22.44	13.18	9.42	9.10	8.25
68	B.S	20-40	23.94	19.66	56.91	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.4815	2.5	1.56	20.76	11.61	8.00	7.82	6.97

Vegetación y/o uso de la tierra:

Árboles y arbustos (Extremo este: RRP-RRS: Conacaste, Palo de Sangre, Almendro, Ceiba, Guarumo, Amate. BS: Yaje, Brasil, Capulín  
Extremo Oeste: RRP-RRS: Conacaste, Almendro, Palo Sangre. BS: Guyacan, Indio desnudo).

**Cuadro 51A** Descripción del análisis fisicoquímico del transecto no. 7 Río Hondo Zacapa

<b>RIBERA OESTE</b>														
MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcentaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)	Arcilla	Limo	Arena		gr/cc	gr/cc	Porcentaje	0.33	1	5	10	15
1	R.H	0-20	8.9	8.02	83.07	ARENA FRANCA	1.3333	2.5	0.89	1.37.43	4.90	3.54	3.05	2.39
2	R.H	20-40	6.8	5.54	87.65	ARENA	1.4286	2.5	0.3	1.44.48	2.75	2.60	2.15	1.64
3	RRP-RRS	0-20	15.2	23.1	61.7	FRANCO ARENOSO	1.3333	2.5	1.48	17.02	10.58	5.80	5.45	5.29
4	RRP-RRS	20-40	11	8.4	80.6	ARENA FRANCA	1.4815	2.5	1.14	7.60	4.39	3.13	2.98	2.00
5	RRP-RRS	0-20	15.2	15.52	66.27	FRANCO ARENOSO	1.1765	2.2857	1.94	14.28	9.97	5.76	5.35	4.90
6	RRP-RRS	20-40	21.5	20.62	57.87	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.1765	2.3529	1.71	21.04	13.73	8.74	8.25	3.00
7	RRP-RRS	0-20	13.1	12.22	74.57	FRANCO ARENOSO	1.3333	2.3529	1.32	13.87	9.94	5.68	4.99	4.50
8	RRP-RRS	20-40	15.2	28.64	56.15	FRANCO ARENOSO	1.1765	2.4242	1.25	22.66	15.27	7.50	6.96	6.20
<b>RIBERA ESTE</b>														
MUESTRA	CODIGO	Profundidad.	Granulometría en porcebtaje			Clase Textural	Densidad aparente	Densidad Real	Materia Orgánica	Atmósfera de presión				
Número	Grupo funcional de vegetación	(cm)	Arcilla	Limo	Arena		gr/cc	gr/cc	Porcentaje	0.33	1	5	10	15
9	R.H	0-20	8.9	18.52	72.57	FRANCO ARENOSO	1.25	2.2857	1.25	15.06	9.29	4.96	4.51	3.90
10	R.H	20-40	11	11.85	77.15	FRANCO ARENOSO	1.6667	2.5	1.68	9.53	5.07	3.44	2.90	2.50
11	RRP-RRS	0-20	6.8	1.72	91.47	ARENA	1.5385	2.6667	0.3	3.96	2.11	1.25	1.16	0.92
12	RRP-RRS	20-40	8.9	3.82	87.27	ARENA	1.6	2.6667	0.13	4.40	2.68	1.49	1.25	1.00

Vegetación y/o uso de la tierra:

Árboles y arbustos (Extremo este: BS: Suquinay, Cadeno, Guarumo, Salix, Nim, Capulín, Cuje, Mango, Ceiba, Cacho de Toro, Aripín Extremo Oeste: RRP-RRS: Cuje, Jaguay, Cacho de Toro, Capulín, Palo de jote, Verdolaga, Pupay.



## **CAPITULO III**

**Servicios realizados en la subregión III del Instituto Nacional de  
Bosques -INAB-**

**y la subcuenca del Río Uyus en El Progreso**



### 3.1 INTRODUCCIÓN

La actividad de apoyo al Instituto Nacional de Bosques –INAB– se realizó en dos áreas, siendo una de ellas la Región III-2 Zacapa, del Instituto Nacional de Bosques –INAB– integrada por los municipios de Gualán, San Diego, Cabañas, Estanzuela, Huité, La Unión, Río Hondo, Teculután y Usumatlán. La segunda se circunscribió a la Región Semiárida del Valle del Motagua abarcando el municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, en dicha región se encuentra la subcuenca del río Uyús, con un área de 2,451.67 kilómetros cuadrados y cuyo afluente drena hacia la vertiente del Caribe, la subcuenca se localiza en la parte Oriental de la república de Guatemala, entre las coordenadas geográficas 14°56'25" de Latitud Norte y 89°49'45" de Longitud Oeste.

Entre algunas de las problemáticas de la región III-2 del INAB podemos mencionar: la falta de cultura para el manejo de los bosques en general, pero en especial de los bosques de ribera o galería, así como también, La falta de investigación específica en ecosistemas naturales como lo son los bosques de ribera y el Bosque Seco Espinosos producen que se desconozca, o no se tenga claridad sobre las decisiones que se tienen que tomar con respecto a las solicitudes de uso y aprovechamiento de los mismos, o bien con respecto a la orientación de instrumentos de política que permitan la restauración de los bosques de ribera ubicados en la región Semiárida del Valle del Motagua. (FDN, 2003).

Por lo tanto en este informe se presentan los resultados y análisis de los siguientes servicios:

- Evaluación, monitoreo y certificación Programa de Incentivos Forestales PINFOR en la Región III-2 Zacapa del INAB.
- Peritaje de Industrias forestales y evolución de consumos familiares.
- Monitoreo de Planes de Manejo en la fase de aprovechamiento forestal.
- Capacitación forestal dirigida a regentes y técnico forestales municipales
- Apoyo en la generación de información de Uso Actual del Suelo para la subcuenca del Río Uyús, El Progreso por medio de la recopilación y tabulación de la información generada.

### **3.2 ANTECEDENTES**

El mal manejo de los bosques de toda la región III del INAB, es un problema latente y más aún en los bosques de ribera. Los distintos tipos de bosques como los de ribera, Bosques Secos o Espinosos, Latifoliados, Coníferos y una combinación de ambos o mixtos, se usan para satisfacer únicamente las necesidades actuales lo que provoca la pérdida de oportunidad de satisfacción de las necesidades de futuras generaciones, así también, se pierde la opción de desarrollo por la vía del manejo forestal. Con lo cual se aumenta el riesgo a desastres naturales, la degradación de los suelos descubiertos, la pérdida de riqueza genética y alteración del ciclo hidrológico.

Debido a la falta de cultura de manejo de plantaciones y bosques, a la poca atención en la incidencia de incendios forestales, al deficiente sistema de información en el sector forestal, insuficiente recurso humano calificado, incipiente educación forestal en la población, fuerte dependencia de la leña como energético principal, habilitación de tierras para el desarrollo de agricultura y ganadería que tienen aptitud forestal y falta de un régimen legal de propiedad de la tierra lo que causa la pérdida de opción de desarrollo por la vía del manejo forestal.

Todo lo anterior es importante mencionar para poder intervenir en la solución del problema, apoyando en sus actividades al Instituto Nacional de Bosques –INAB–, con carácter autónomo y descentralizado que se constituye en el órgano de dirección y ejecución de la política forestal, velando por el cumplimiento de la ley forestal.

Los servicios que se describen en el presente documento se realizaron durante el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS– de la Facultad de Agronomía de la USAC, en el periodo de febrero a noviembre del 2006.

#### **3.2.1 Localización y límites de la Región III-2 Zacapa del INAB**

El Instituto Nacional de Bosques divide el país en 9 regiones, de las cuales la región III está compuesta por los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula e Izabal. Los servicios de se dirigieron específicamente a la subregión III-2 de INAB Zacapa, en cuanto

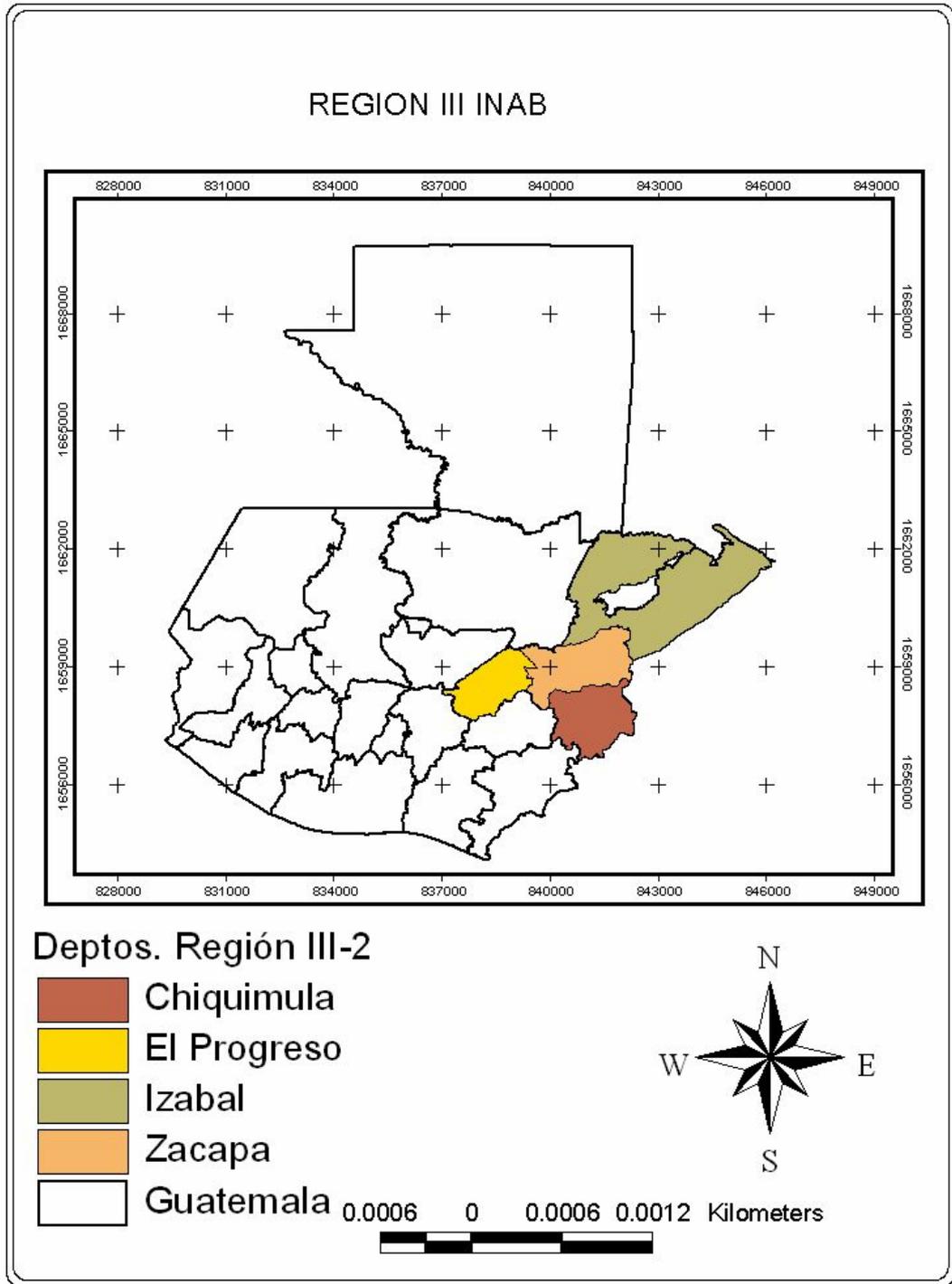
al apoyo técnico y en cuanto a la generación de información de Uso Actual del Suelo se trabajó en la subregión III-1 INAB, Progreso.

El departamento de Zacapa se sitúa al noroeste de Guatemala en la zona llamada Oriental, Colinda al Norte con los departamentos de Alta Verapaz e Izabal, al este con Izabal, y la República de Honduras, al Sur con los departamentos de Chiquimula y Jalapa, y al Oeste con el departamento de El Progreso. Se ubica a una distancia de 146 Km. de la ciudad capital y entre las principales vías de comunicación están la carretera interoceánica CA -9 a la CA-10 y la ruta nacional 20.

En el departamento se presenta tres regiones definidas, la parte Norte es montañosa, siendo atravesada de oeste a Este por la Sierra de Las Minas, la parte central es recorrida en la misma dirección por el Río Motagua, la zona Sur está formada por pequeñas cadenas de montes y cerros aislados, separados por hondonadas más o menos profundas.

El departamento de Zacapa esta compuesto por diez municipios siendo los siguientes: Zacapa, Estanzuela, Río Hondo, Gualán, Teculután, Usumatlán, Cabañas, San Diego, La Unión y Huite.

Se sitúa al norte con los municipios de Estanzuela y Río Hondo, al este con el municipio de Gualán y la Unión (Zacapa) y el Municipio de Jocotán (Chiquimula), al sur nuevamente con La Unión y con el departamento de Chiquimula y al oeste con los municipios de Huité y Estanzuela.



**FIGURA 39** Localización de la región III del INAB en el Mapa de GUATEMALA

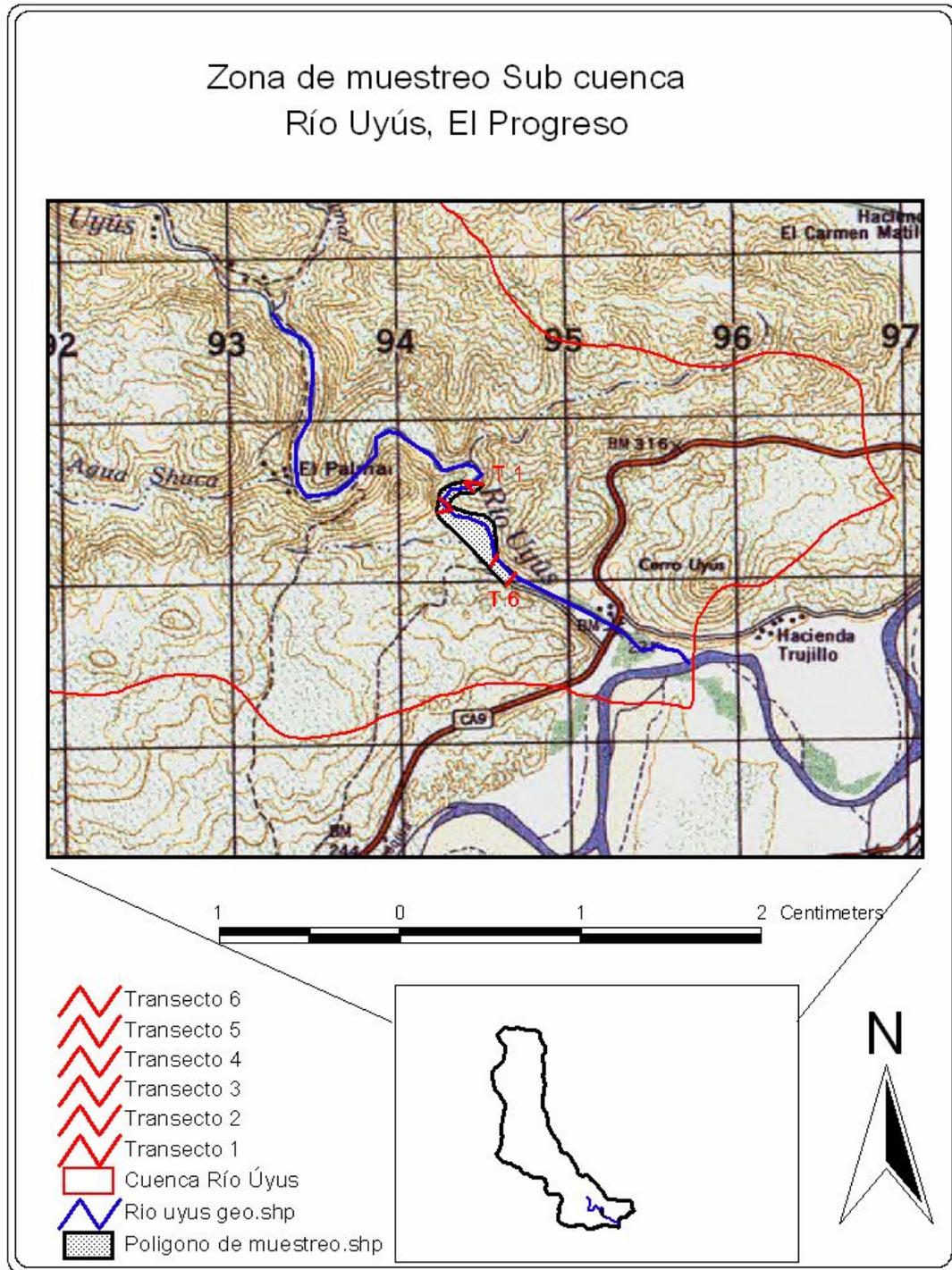
### 3.2.2 Localización de la Subcuenca en estudio

Entre los departamentos de Zacapa y el Progreso se localiza la Zona Semiárida, que es única en Centroamérica y esta caracterizada como bosque subtropical muy seco o espinoso, rodeado al Norte por la Sierra de las Minas, al Sur por la montaña de Jalapa y al Este la sierra del Merendon. Con una extensión aproximada de 928 kilómetros con altitudes que van desde los 140 a 560 msnm (MAGA, 1996).

El Río Uyús pertenecen al **Sistema de Sierra de las Minas (SM)**: Esta región comprende dos sistemas montañosos, la Sierra de las Minas y la Sierra de Chuacús, incluye parte del pie de monte de estas montañas (Dix, 2001).

#### A. Ubicación Geográfica del Río Uyus

Se ubica en los municipios, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso y Usumatlán (Zacapa.). Tiene sus cabeceras al Este del paraje Pinal Ralo, sierra de Las Minas. Corre de Norte a Sur. Recibe varios afluentes. Al Este de la aldea San Luís Buena Vista cambia su rumbo al Sureste. Atraviesa la aldea Cruz del Valle. Entre las cabeceras San Cristóbal Acasaguastlán y Usumatlán, al Sur del cerro Uyús descarga en el río Grande o Motagua que a partir de esta afluencia se le conoce sólo con el nombre genérico Motagua. Ubicación geográfica Latitud Este  $14^{\circ}56'25''$ , longitud Oeste  $89^{\circ}49'45''$ , aproximadamente 24 kilómetros El Cimientó, hoja cartográfica 2261 III; San Agustín Acasaguastlán, hoja cartográfica 2260 IV. Por 1769 el arzobispo doctor don Pedro Cortés y Larraz, en su visita a, la Parroquia de Acasaguastlán anotó que entre ese poblado y el de Usumatán se cruzaba el río Uyús. El municipio Río Hondo, Zacapa, Tiene su origen en las faldas sur de la sierra de Las Minas, de la unión de los ríos Colorado y La Lima. Corre de Noroeste a Sureste, atraviesa el caserío El Chorro y la aldea Panaluyá. Borden por su lado sur a la cabecera, le afluyen las quebradas El Platanar y de Oro, 1 km. aguas abajo desagua en el río Motagua, ubicación geográfica latitud  $15^{\circ}02'05''$ , longitud  $89^{\circ}34'55''$  (Figura 40).



**Figura 40** Ubicación de la Cuenca del Río Uyús, El Progreso.

### **3.3 OBJETIVOS**

#### **3.3.1 Objetivo general**

Apoyo a las actividades de la región III del instituto Nacional de Bosques – INAB-.

#### **3.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar, monitorear y certificar proyectos en el marco del Programa de Incentivos Forestales PINFOR, en la Sub Región III-2 Zacapa del INAB.
- Monitorear Planes de Manejo en la fase de aprovechamiento forestal en la Sub Región III-2 Zacapa del INAB.
- Supervisar las Industrias forestales y evaluar consumos familiares en la Sub Región III-2 Zacapa del INAB.
- Capacitación forestal dirigida a regentes y técnico forestales municipales en la Sub Región III-2 Zacapa del INAB.
- Elaboración del Mapa de Uso Actual del Suelo para la subcuenca del Río Uyús. El Progreso por medio de la recopilación y tabulación de la información generada.

### **3.4 METODOLOGÍA**

#### **3.4.1 Apoyo a la sub región III-2 del instituto nacional de bosques –INAB- en actividades técnicas de evaluación y monitoreo y certificación de proyectos en el marco del programa de incentivos forestales PINFOR en la región III-2 Zacapa del INAB**

- Habiendo cumplido con una fase de inducción y capacitación de actividades, se procedió a apoyar la evaluación y certificación del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-.

- Se realizó la lectura y análisis de los planes de manejo presentados para posteriormente constatar la información en el campo, haciendo las observaciones pertinentes, tomando medidas de altura y diámetros de árboles para obtener los cálculos de volumen, que sirven como comparadores a los volúmenes presentes en el plan. Con estos datos se realizaron los informes correspondientes. Así también es importante mencionar, que para algunos planes de manejo solamente se realizó el apoyo técnico en la fase de campo.
- Lo anterior se realizó como parte de la planificación en apoyo técnico a prestar en las actividades, bajo el asesoramiento y supervisión del equipo técnico experimentado que labora en la institución.

#### **3.4.2 Apoyo a la sub región III-2 del instituto nacional de bosques –INAB- en actividades técnicas de evaluación de planes de manejo en la fase de aprovechamiento forestal en la región III-2 Zacapa del INAB**

- Habiendo cumplido con una fase de inducción y capacitación de actividades, se procedió a apoyar en la evaluación de planes de manejo.
- Se realizó la lectura y análisis de los planes de manejo y se procedió a medir el área propuesta con el objeto de comprobar el área presentada para posteriormente constatar la información en el campo, haciendo las observaciones pertinentes, tomando medidas de altura y diámetros de árboles para obtener los cálculos de volumen, que sirven como comparadores a los volúmenes presentes en el plan. Con estos datos se realizaron los informes correspondientes. Así también es importante mencionar, que para algunos planes de manejo solamente se realizó el apoyo técnico en la fase de campo.

#### **3.4.3 Apoyo a la región III del instituto nacional de bosques –INAB- en actividades técnicas de peritaje de las industrias forestales y evaluación de consumos familiares en la región III-2 Zacapa del INAB**

- Habiendo cumplido con una fase de inducción y capacitación de actividades, se procedió a apoyar en la evaluación de planes de manejo.
- En los peritajes se llevó a cabo la cubicación y anotaciones pertinentes en los depósitos o lugares de control, que bajo una orden de juzgado se solicitó el avalúo de lo incautado, apoyando solamente en actividades de campo, a los técnicos nombrados.
- Con los consumos familiares, se realizaron visitas de campo, para la toma de datos de altura y diámetro de los árboles para cubicar la madera en pie a ser aprovechada, la cual no debe ser mayor a los 15 m<sup>3</sup> para ser autorizada como consumo familiar. En las licencias comerciales, es un volumen mayor a los 15 m<sup>3</sup>. Posteriormente se realizó el informe técnico.

#### **3.4.4 Apoyo a la región III del instituto nacional de bosques –INAB- en actividades técnicas de capacitación forestal dirigida a regentes y técnico forestales municipales en la en la región III-2 Zacapa del INAB**

- Para la capacitación forestal, se buscó información de los temas manejo del sistema de posicionamiento global y elaboración de mapas utilizando sistemas de información geográfico.
- Se preparó las presentaciones con el objeto de desarrollar la teoría y seguido se procedió a realizar los laboratorios en campo y gabinete.

### **3.5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **3.5.1 Resultados**

Es importante mencionar que el apoyo realizado se localizó en la sub-región III-2 Zacapa.

A manera de resumen se presenta el Cuadro 51

**Cuadro 53** Apoyo de actividades técnicas

ACTIVIDAD	CANTIDAD
Proyectos de Reforestación del PINFOR.	58
Planes de Manejo con Informe Elaborado.	03
Planes de Manejo con Apoyo Únicamente de Campo.	02
Peritajes	03
Consumos Familiares con Informe Elaborado	06
Monitoreo de Aprovechamientos con Licencia	03
Elaboración de informes para la certificación de proyectos PINFOR	120
Capacitaciones de uso de sistema de posicionamiento global y elaboración de mapas.	02

### 3.5.2 Conclusiones

- Se apoyó en actividades tales como; la evaluación, monitoreo y certificación proyectos en el marco del incentivos forestales en un noventa por ciento, verificación de planes de manejo en veinticinco por ciento, peritajes e inspecciones de consumos familiares en un ochenta por ciento; tal como se muestra en el Cuadro 51, en dichas actividades técnicas se enfocó el apoyo en la fase de campo y gabinete.
- Se apoyó en las actividades técnicas de capacitación forestal en los temas de manejo de sistemas de posicionamiento global y elaboración de mapas utilizando sistemas de información geográfico, como se muestra en el Cuadro 51, en dichas actividades se apoyó en búsqueda de información, planificación y ejecución de las actividades.
- Sobre la base de apoyar al personal de la Región, con un apoyo del 65 por ciento del total de actividades, se consideran cumplidas las metas.

### **3.5.3 Recomendaciones**

- Con la alta cantidad de trabajo y la diversidad de situaciones que pueden presentarse, se recomienda aumentar el número de capacitaciones dirigidas a regentes y técnicos municipales , para con ello actualizar al personal técnico que debe analizar y resolver de la mejor forma posible las situaciones que se presenten en el trabajo diario.
- A manera de inducción instruir al estudiante de EPS en las diferentes actividades que realiza la institución, específicamente al trabajo regional, buscando un mejor desarrollo para la ejecución de dichas actividades.

## **3.6 APOYO A LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE USO ACTUAL DE SUELO EN LA SUB CUBCUENCA DEL RÍO UYÚS, EL PROGRESO**

### **3.6.1 Definición del problema**

A causa de que la mayoría las personas no visualizan en los Bosques de Ribera una utilidad o beneficio, cuya actitud es motivada por el desconocimiento del valor de los Bosques de Ribera en la Región Semiárida del Valle del Motagua, convirtiéndose dicho desconocimiento en el problema principal.

Esto ha generado que los bosques de ribera de la región semiárida del valle del Motagua hayan sido alterados por un cambio de uso de la tierra, que conlleva una conversión de las zonas de ribera a huertos frutales o regadíos principalmente.

Produciéndose de esta forma una profunda perturbación en los en las riberas debido a la introducción de especies exóticas y los regadíos que causan la alteración del régimen hídrico por desviación de agua para riego principalmente y la construcción de hidroeléctricas.

Las áreas forestales en general han sufrido intervención antropogénicas, aumentando la preocupación por el aprovechamiento de los recursos tales como recurso agua sin predisponer su producción vía el manejo del bosque, la inexistencia de valoración económica, mecanismos de compensación de los servicios ambientales que presta el bosque, poca cultura de protección y conservación de la población, el manejo inadecuado de las zonas de recarga hídrica y deficiente sistema de información en el sector forestal.

Lo anterior tiene su efecto en la habilitación de tierras para la agricultura de subsistencia, desarrollo de malas prácticas agrícolas y aumento de la susceptibilidad de erosión.

Por lo cual es necesaria la generación de información básica, por tanto se propone la generación de información sobre el uso del suelo o de tipo de uso de la tierra, el cual consiste en una serie de especificaciones técnicas dentro de un contexto físico, económico y social en zonas de interés como por ejemplo en los lugares donde los bosques de ribera se encuentran bien conservados como en el caso del Río Uyús, El Progreso.

### **3.6.2 Objetivo**

- Describir las formas de uso de la tierra para la subcuenca del Río Uyús, El Progreso a un nivel general en términos de cobertura vegetal.

### **3.6.3 Metodología**

- Se procedió a la recopilación y análisis de información biofísica sobre el área, se realizó con el fin de tener un conocimiento general del área. Interesaba conocer: localización geográfica, ubicación política, acceso, extensión, información relevante sobre clima y sus principales variables tales como: precipitación pluvial, temperatura, vientos y otras características del área como zonas de vida, formas de la tierra y origen de los suelos, clasificaciones existentes sobre el sitio.

- Se procedió a elaborar el mapa preliminar de uso de la tierra, en esta fase se recomienda elaborar un mapa preliminar en términos de cobertura. La leyenda estuvo acorde con las categorías de uso mayor establecidas por los organismos especializados en el tema, tales como el Instituto Geográfico Nacional o SEGEPLAN. Este mapa es útil para dar recomendaciones de manejo. Se sugiere cuando menos incluir las siguientes categorías: Centros urbanos o poblados, Tierras con cultivos (anuales o permanentes), Tierras con pastos (naturales o cultivados), Tierras con bosque (puro o mixto, de coníferas o latifoliar).
- Verificación de los límites y chequeo del mapa de cobertura y uso de la tierra en campo. Esta actividad se realizó por caminamientos, observaciones visuales y barrenamientos. Se llegó a homogenizar las distintas unidades de tierra con base en criterios fisiográficos, cuya base principal es el relieve. Se procedió a las verificaciones y/o modificaciones de las unidades de cobertura y uso de la tierra predominante en cada una de las unidades, preliminarmente definidas en la primera fase de gabinete.
- El análisis de laboratorio y obtención de la información se realizó en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Por último se realizó la tabulación y análisis de datos.

#### **3.6.4 Resultados**

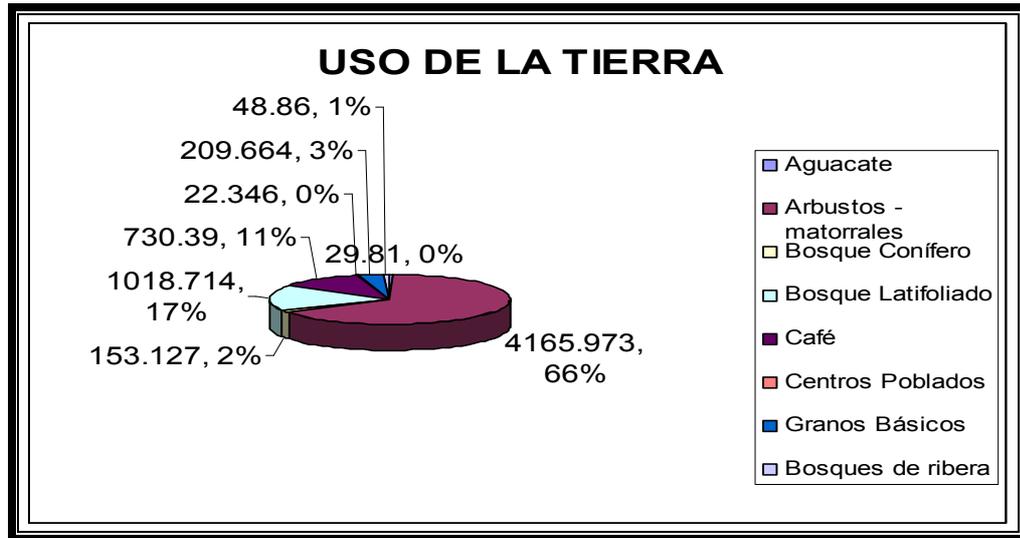
El presente estudio se circunscribe a la zona de la sub cuenca del Río Uyús, El Progreso, que es parte de la región semiárida del Valle del Motagua y cuya zona se distribuye en la depresión del Motagua (Departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula)

La región semiárida de valle del Motagua se divide en dos zonas de vida las cuales son Monte espinoso Subtropical (me-S) y el bosque seco Subtropical (bs-S) (De la Cruz 1982, Véliz 1995).

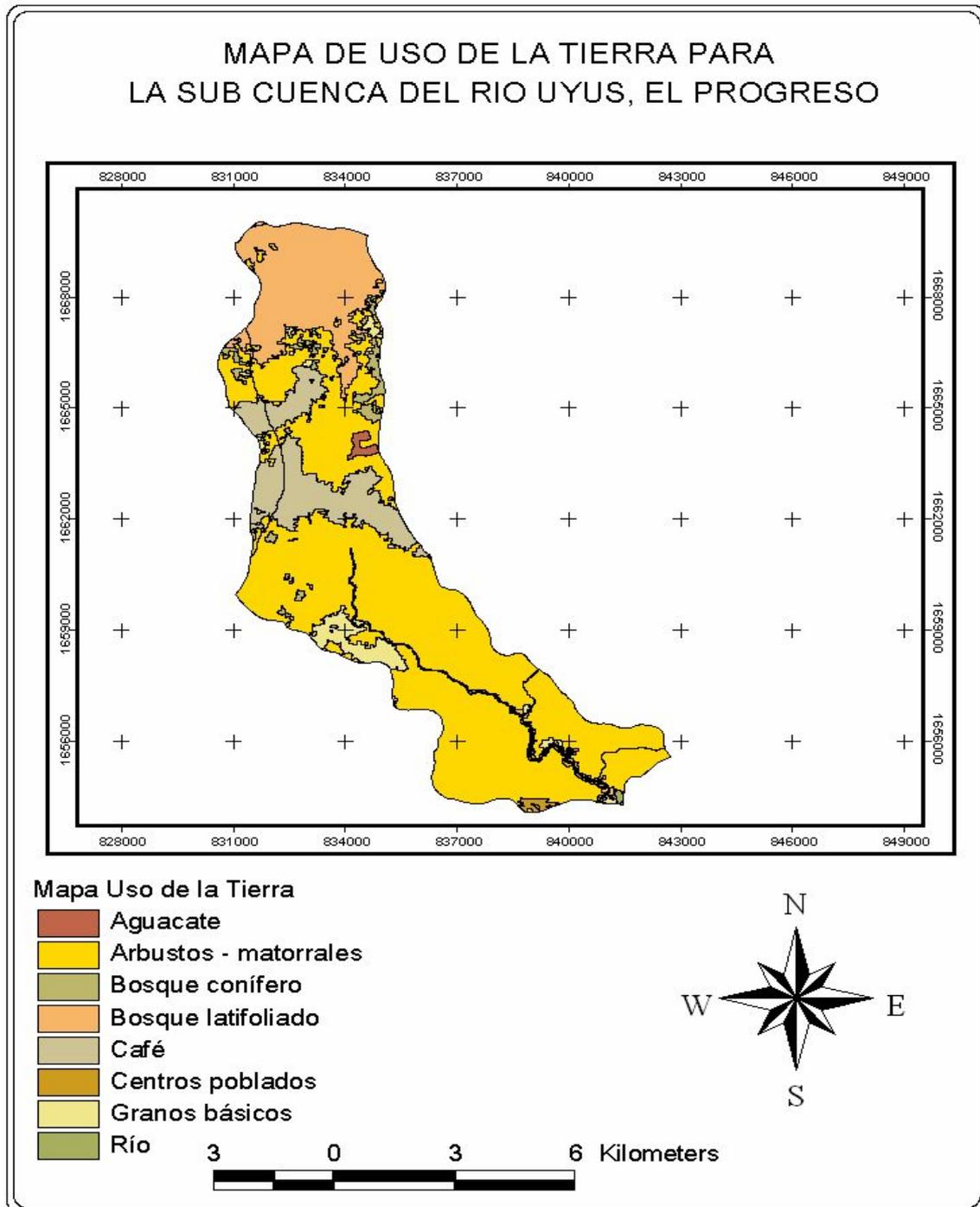
En esta región es característica la poca lluvia, con precipitaciones que alcanzan los 550 a 650 mm anuales y altas temperaturas promedios entre 22 y 28 °C , lo cual provoca un déficit de humedad, el cual oscila entre 60 y 72% y hace que las tasas de evapotranspiración superen a las de precipitación, con 600 y 800 mm de evapotranspiración potencial. Las características climáticas del Valle del Motagua están altamente influidas por la sombra montañosa de la Sierra de las Minas y del Merendón que le circundan. (Castañeda, 1997).

**Cuadro 54** Tabla de los Usos del suelo reportados para la Sub Cuenca de Uyús el Progreso.

<b>Uso de la Tierra</b>	<b>Hectáreas</b>
Aguacate	29.81
Arbustos – matorrales	4165.973
Bosque Conífero	153.127
Bosque Latifoliado	1018.714
Café	730.39
Centros Poblados	22.346
Granos Básicos	209.664
Bosques de ribera	48.86
<b>TOTAL</b>	<b>6,378.89</b>



**FIGURA 41** Gráfico de Uso Actual del suelo para la Sub Cuenca del Río Uyu, El Progreso



**Figura 42** Mapa de Uso Actual del Suelo Sub Cuenca Río Uyús, El Progreso

### 3.6.5 Conclusiones

El uso más fuerte que tiene sub cuenca es el de bosque Seco Monte Espinoso ubicándose en el primer lugar con un área de 4,165.97 hectáreas, Seguido del Bosque Latifoliado con 1018.71 hectáreas, el tercer lugar lo ocupa el Bosque Conífero con 153.12 hectáreas, Seguido de la agricultura en general y en último lugar se encuentra el Bosque de Ribera con 48.86 hectáreas no siendo menos importante (Cuadro 52).

Los regadíos que son parte de los Bosques de Ribera, consisten en superficies abiertas denominadas vegas o llanuras de inundación que se localizan en las partes bajas de las cuencas de los ríos Hato, Uyús, Tambor, Río Hondo.

Las zonas de ribera como las denominadas vegas o llanuras de inundación son de suma importancia para la conservación de la biodiversidad de la región debido a su vegetación y por ser el hábitat de especies animales que bajan a estas zonas en verano especialmente en el mes de abril debido a que el alimento escasea, pero estas zonas normalmente se utilizan para el cultivo de maíz, frijol, tomate y tabaco.

En los regadíos de la zona existe una extracción de frutos de especies nativas como el zapote (*Pouteria mammosa*) y el chico (*Manilkara achras*) de zonas más húmedas que se encuentran en las zonas de ribera como los corredores de ribera y las llanuras de inundación de los bosques de ribera y también se cultivan especies exótica como el mango (*Manguifera indica*) y los cítricos.

### 3.6.7 Recomendaciones

- El uso que se les debe dar a las zonas de ribera es esencialmente de conservación y por tanto se debe incluir como un ecosistema estratégico para Guatemala.

### 3.7 BIBLIOGRAFIA

1. Castañeda Salguero, C. 2004. Árboles y arbustos de los bosques secos de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 199 p.
2. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. FDN (Fundacion Defensores de la Naturaleza, GT). 2003. III plan maestro de la reserva de biosfera Sierra de las Minas. Guatemala. 81 p.
4. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2005. Programa de investigación de hidrología forestal. Guatemala, Serviprensa. 37 p.
5. MAGA (Mnisterio de Agricultura, Ganaderia y Alimentacion GT). 1996. Plan de accion forestal para Guatemala. Guatemala, Proyecto FAO-GCP/GUA/007/ NET. 84 p.
6. Mayén, E. 2002. Fundamentos, selección y caracterización de áreas de monte espinoso como propuesta para áreas protegidas en el nororiente de Guatemala. Tesis ad gradum. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 145 p.
7. Méndez, C. 1993. Evaluación ecológica rápida de la reserva de la biosfera Sierra de las Minas. Guatemala, Fundación Defensores de la Naturaleza / The Nature Conservancy. 45 p.
8. Valle, L. 1999. Distribución altitudinal de la comunidad de quirópteros de San Lorenzo Zacapa, reserva de biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades. 93 p.