

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL COMPLEJO  
ALAHUALA Polypodiaceae DE USO MEDICINAL EN LA CUENCA DEL RÍO  
AS ESCOBAS, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL**

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



**En el acto de investidura como**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2004**

DL  
01  
7(2084)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO  
VOCAL PRIMERO  
VOCAL SEGUNDO  
VOCAL TERCERO  
VOCAL CUARTO  
VOCAL QUINTO  
SECRETARIO

DR. ARIEL ABDERRAMAN ORTIZ LOPEZ  
ING. AGR. ALFREDO ITZEP MANUEL  
ING. AGR. MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE  
ING. AGR. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ  
MEP. JUVENCIO CHOM CANIL  
MEP. BYRON GEOVANY GONZALEZ CHAVAJAY  
ING. AGR. PEDRO PELAEZ REYES

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Guatemala, octubre de 2004

Guatemala, Octubre de 2004

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

Distinguidos miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL COMPLEJO  
CALAHÚALA Polypodiaceae DE USO MEDICINAL EN LA CUENCA DEL RÍO  
LAS ESCOBAS, SANTO TOMÁS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado Académico de Licenciado.

En espera de aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,



**DAX RONY GUERRA GARCÍA**

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Suya es la honra y la gloria, por iluminarme y permitirme culminar mi carrera.

**MIS PADRES:** Javier Arturo Guerra y Odilia García Roca de Guerra, por su apoyo incondicional durante toda mi vida.

**MIS HERMOS:** Javier David, Zayda Verónica y Ana Dolores, por compartir sus alegrías en nuestra niñez, adolescencia y su apoyo incondicional como adultos.

**MIS SOBRINAS:** Jaquelin y Mabelyn, con mucho cariño.

**MIS AMIGOS:** Julio Sagastume, Jorge Pineda, Fidencio Chávez, Albaro Orellana, Humberto Carranza, Arnulfo Hernández, Anibal Mejicanos, Edwin Arguera, Enrique Cifuentes, Gerardo Castillo, y otros que se escapan a mi memoria, mil gracias por su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

A:

Mi familia por su incondicional apoyo.

Mi asesor Ing. Agr. Vicente Martínez, por su valioso esfuerzo y apoyo intelectual en la concepción, diseño y análisis de esta investigación.

Ing. Agr. Jorge Mario Vargas, Ing. Agr. David Mendieta por su valiosa colaboración en la determinación de las especies vegetales del área de estudio.

Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente al Herbario "Prof. Ernesto Carrillo", Laboratorio de Suelos y Agua "Salvador Castillo Orellana".

## INDICE GENERAL

	INDICE GENERAL	i
	INDICE DE CUADROS	iii
	INDICIE DE FIGURAS	v
	RESUMEN	vi
1.	INTRODUCCION	1
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEÓRICO	3
3.1	MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1	Importancia del estudio de la Vegetación	3
3.1.2	El Factor ambiental como modificador de las especies	3
3.1.3	Muestreo de la vegetación	3
3.1.4	Coefficiente de similitud entre muestras	4
3.1.5	El análisis multivariable y su aplicación en el ordenamiento y clasificación de unidades maestras o especies	4
3.1.6	El método multivariable	4
3.2	Descripción del género <i>Polipodium</i>	6
3.2.3	Propiedades Medicinales	7
3.3	Caracterización de germoplasma	7
3.3.1	Los descriptores	7
3.3.2	Análisis de grupos	7
3.3.3	Representación gráfica del análisis de agrupamiento	8
3.4	Marco Referencial	8
3.4.1	Antecedentes	8
3.4.2	Ubicación y delimitación	8
4.	OBJETIVOS	12
4.1	General	12
4.2	Específicos	12
5.	METODOLOGÍA	13
5.1	Ubicación	13
5.2	Método de muestreo	13
5.3	Tamaño de la parcela	13
5.4	Información de Campo	14
5.4.1	Especies acompañantes	14
5.4.2	Especies de calahuala	14
5.5	Registro de la información	14
5.6	Análisis de la información	15
5.6.1	Determinación del grado de similitud	15
5.7	Recolección del material para el establecimiento de una parcela	16
5.8	Muestras de suelo y características topográficas	16

5.9	Etapa de gabinete	16
5.10	Análisis y presentación de la información	16
6.	RESULTADOS	18
6.1	Método de muestreo y ubicación de parcelas	18
6.2	Especies de calahuala	18
6.3	Especies acompañantes al complejo calahuala	22
6.3.1	Descripción de las características biofísicas de las parcelas	25
6.3.2	Clasificación de las parcelas de la comunidad de calahuala	25
6.3.3	Ordenación de parcelas de las comunidades del complejo calahuala	30
6.3.4	Interpretación del primer gradiente de ordenación de parcelas	30
6.3.5	Interpretación del segundo gradiente de ordenación de parcelas	31
6.3.6	Afinidad de las comunidades de calahuala con las otras especies encontradas en las parcelas de muestreo	34
6.4	Determinación del coeficiente de comunidad de Jaccard	34
6.5	Datos climáticos	35
6.6	Análisis de suelos	35
6.7	Caracterización de las especies en estudio	39
6.7.1	Características cualitativas que influyen en la variabilidad morfológica del germoplasma de la especie <i>B. donnell-smithii</i>	39
6.8	Características morfológicas cualitativas de la especie <i>Polipodium triseriale</i> y <i>Goniophlebium fraxinifolium</i>	42
6.9	Análisis de grupos de las especies	43
6.10	Conservación en campo de las especies del complejo calahuala	45
7.	CONCLUSIONES	48
8.	RECOMENDACIONES	49
9.	BIBLIOGRAFIA	50
10.	APENDICE	52

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1:	Estratos establecidos a cada 100 metros sobre el nivel del mar en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal	13
CUADRO 2:	Distribución del número de parcelas por estrato establecido dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal	18
CUADRO 3:	Distribución de parcelas por especie de calahuala establecidas dentro de la cuenca del río Las Escobas Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal	19
CUADRO 4:	Identificación de tres especies de calahuala encontrados a diferentes niveles altitudinales dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla	19
CUADRO 5:	Densidad de las especies de calahuala a diferentes niveles altitudinales dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla	21
CUADRO 6:	Especies acompañantes a las calahualas ordenados por familia y encontrados dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla	22
CUADRO 7:	Características biofísicas y estructurales establecidas a todo lo largo y ancho de la cuenca del río Las Escobas Santo Tomás de Castilla	26
CUADRO 8:	Ordenación de parcelas mediante el programa decorana establecidas a lo largo y ancho de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla	31



CUADRO 9:	Resultados de laboratorio realizado a las muestras de suelo	35
CUADRO 10:	Descripción de las 17 variables similares para el genero <i>B. donnell-smithii</i> , encontrado en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla	41
CUADRO 11:	Descripción de las variables que presentan similitud para la especie <i>P. triseriale</i> y <i>G. fraxinifolium</i> , encontrado en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla	43

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación geográfica de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal	10
Figura 2:	Diagrama de flujo de la metodología seguida en el estudio de las especies de Calahuala en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.	15
Figura 3:	Ubicación geográfica de las 34 parcelas objeto de estudio dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal	27
Figura 4:	Dendrograma de clasificación de parcelas y entidades florísticas en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal	28
Figura 5:	Explicación del primer gradiente de ordenación de parcelas en la cuenca del río Las Escobas	32
Figura 6:	Explicación del segundo gradiente de ordenación de parcelas en la cuenca del río Las Escobas	33
Figura 7:	Ordenamiento de especies y su asocio con la comunidad de calahuala	36
Figura 8:	Dendrograma de especies de calahuala encontradas en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.	44

**ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL COMPLEJO CALAHUALA  
*Polipodeaceae*, DE USO MEDICINAL EN LA CUENCA DEL RÍO LAS ESCOBAS, SANTO TOMAS  
 DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL**

**STUDY OF MEDICINAL PLANT VARIETIES OF THE "Calahuala" *Polipodeaceae* COMPLEX,  
 FOUND IN RIVER BASIN OF THE RIO DE LAS ESCOBAS, LOCATED IN SANTO TOMAS DE  
 CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL**

**RESUMEN**

El presente estudio describe las comunidades vegetales del complejo calahuala (*Polipodium* sp.) de uso medicinal en la cuenca del río las escobas. Las principales cualidades que hacen del complejo calahuala meritorio de estudio son: a) no existen registros sobre estudios ecológicos de las poblaciones de este grupo de especies llevado a cabo en el área de la cuenca; b) la preferencia de estas especies por los lugares boscosos y húmedos ha dificultado la sostenibilidad de su utilización debido a que la obtención del material vegetal para su uso medicinal se ha basado en la extracción a nivel de los ambientes naturales; c) dentro de las calahuales hay especies que presentan potencial de industrialización ya que de sus rizomas son utilizados en la industria farmacéutica.

Se establecieron 32 parcelas, desde los 0 a 900 msnm; en dichas parcelas se encontraron tres especies de helechos los cuales son utilizados por los pobladores de la cuenca como medicinales y les llaman calahuala.

La primera especie de Calahuala se encuentra distribuida de 0 a 600 msnm y corresponde a *Bolbitis donnell-smithii* (Christ.) Ching. La segunda especie tiene su rango de distribución de 700 a 900 msnm y corresponde a la especie *Polypodium triseriale* Sw. J. Por último tenemos una tercer especie *Goniophlebium fraxinifolium* (Jacq.) Moore, su rango de distribución es de los 700 a 900 msnm. De acuerdo con Gupta (11), con el nombre de Calahuala se identifica popularmente a varias especies de *Polypodium* en países de Centroamérica, cuyos usos son medicinales.

En cuanto a la vegetación acompañante se determino un total de 63 especies de las cuales las familias con mayor presencia son: Sapotaceae; Moraceae; Euphorbiaceae y Meliaceae. Para la clasificación de las parcelas y entidades florísticas se empleo el método de clasificación jerárquica, politética divisiva generado por el programa Twinspan. Luego se procedió a la ordenación de parcelas con la finalidad de presentar unidades de muestreo y especies relacionadas a lo largo de un gradiente ambiental, para lo cual se utilizó el programa de análisis multivariable, Decorana, para lo cual se estableció la existencia de dos tipos de gradientes; el primero corresponde a la posición fisiográfica de pendiente, así tenemos poca pendiente menor a 18%, en las cuales se agrupan las parcelas 32, 33 y 34, estas tienen la característica de poseer las especies

*P. triseriale* y *G. fraxinifolium*. El otro grupo conformado por 26 parcelas tienen una ubicación fisiográfica de pendiente pronunciada de 18 a 44%, aquí se encuentra la tercer especie de Calahuala *B. donnell-smithii*. El segundo gradiente de ordenación obedece al factor ambiental de humedad en el cual a una alta humedad se registran las especies *P. triseriale* y *G. fraxinifolium*, mientras que a menor humedad solo se registra la especie *B. donnell-smithii*. Estos dos gradientes definen la afinidad de asociación de las calahualas con las demás especies vegetales.

Se logró concluir, mediante la determinación del coeficiente de comunidad de Jaccard, que no existe similitud entre las comunidades vegetales establecidas en diferentes estratos, con lo cual las especies de calahuala se desarrollan bajo un estrato arbóreo conformado por una diversidad de especies.

En cuanto a los factores climáticos se reporta una precipitación de 3,228 mm. anuales; con una temperatura media de 24 °C; modificando la composición de pH del suelo a una clasificación de 6.4 a 4.4, y presentando un alto contenido de materia orgánica. Para medir la diversidad genética de cada una de las especies se realizó una caracterización *in situ* de una población por estrato.

## 1. INTRODUCCIÓN

El área de estudio en la presente investigación está comprendida por la cuenca del río Las Escobas, la cual posee una extensión de 1.066 ha. y se encuentra dentro del área de protección especial del Cerro San Gil en el municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal.

Dentro de sus características encontramos el gradiente ecológico de elevación, temperatura y humedad, los cuales crean un ecosistema que presenta gran diversidad de especies así como un alto grado de endemismo, por lo que deben protegerse. Dentro de la múltiple diversidad de especies se encuentran los helechos, en especial los de la familia *Polypodiaceae* de los cuales los del género *Polipodium* son los más conocidos dentro de la medicina natural, principalmente *P. leucotomos*, del cual se usan sus rizomas en la industria farmacéutica para la elaboración de medicamentos, siendo Honduras el principal proveedor de materia prima (3).

Estos helechos son denominados popularmente con el nombre de calahualas de los cuales la parte aprovechada son los rizomas que en infusión y decocción se usan para el tratamiento de afecciones intestinales (diarrea, dolor de estomago, estreñimiento, gastritis), respiratorias (asma, tos, tosferina), dolor de huesos reumatismo, diabetes, purificación de la sangre y afecciones renales (cálculos) (4).

De las especies denominadas calahuala el rizoma es utilizado en medicina, lo cual ocasiona la extracción de la planta de los bosques sin ningún manejo apropiado. En virtud de ello el estudio ecológico que se realizó proporciona datos importantes en cuanto a sus requerimientos climáticos, edáficos, de asocio vegetal y características biofísicas propias de cada una de las especies encontradas, para que sea en forma sostenible el aprovechamiento del recurso vegetal y no tienda a extinguirse.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las especies de calahuala son plantas epifitas que crecen silvestres en troncos de palmas, árboles de encino y roca caliza desintegrada, encontrándose en abundancia en sitios sombreados y húmedos de los bosques de la región (20).

La preferencia de las especies de calahuala por los lugares boscosos y húmedos ha dificultado la sostenibilidad de su utilización ya que la obtención del material vegetal para su uso medicinal se ha basado en la extracción a nivel de los ambientes naturales. Los rizomas pueden ser vistos a la venta en los mercados locales así como en centros naturistas los cuales se presentan en manojos de 12 pedazos (rizomas) con un largo de 12 cm. Así también hay que tomar en cuenta la demanda internacional que esta surgiendo para la elaboración de extractos naturales, todo esto conduce a que su extracción provoque deterioro de las poblaciones silvestres, condición que trae consigo la pérdida de variabilidad genética. Además el avance de la frontera agrícola, así como las extracciones de materiales como piedra caliza en la reserva del cerro San Gil han provocado el desaparecimiento del estrato arbóreo condición que propicia la pérdida de valioso material de germoplasma.

A través del presente estudio se ha generado conocimientos sobre el comportamiento de las especies distribuidas en la cuenca, estableciendo los requerimientos en temperatura y precipitación pluvial, durante un ciclo biológico definido, además se determinó la vegetación acompañante y la preferencia de suelos, los cuales son factores que determinan la distribución geográfica vegetal, de tal manera que la información obtenida, sirva para elaborar estrategias de conservación para la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1 MARCO CONCEPTUAL**

##### **3.1.1 Importancia del estudio de la vegetación**

Son varios los objetivos por los cuales el estudio de la vegetación cobra importancia principalmente para actividades de investigación y desarrollo por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico captadora y transformadora de energía solar, puerta de entrada de la energía y de la materia a la trama trófica, almacenadora de energía, proveedora de refugio de la fauna, agente antierosivo del suelo, agente regulador del clima local, agente reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima para el hombre, fuente de bienestar espiritual y cultural por su valor estético, recreativo y educativo (21).

##### **3.1.2 El factor ambiental como modificador de las especies**

El principio de la individualidad de las especies propuesto por Ramensky (1924) y Geson (1926) el cual establece que cada especie se distribuye conforme a sus características genéticas, fisiológicas y poblacionales y a su manera de relacionarse con los factores ambientales, incluyendo en ellos a las otras especies; por lo tanto en una zona dada no hay dos especies con la misma distribución a lo largo de un gradiente ambiental. Cada especie tiene un intervalo de tolerancia propio con respecto a los factores ambientales; sin embargo, los límites de tolerancia de la especie no son bruscos, sino que la población tiene un centro u óptimo, a partir del cual su abundancia disminuye hacia ambos extremos del gradiente del factor ambiental (21).

##### **3.1.3 Muestreo de la vegetación**

Cuando se realizan estudios de vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello hay que realizar muestreos de la misma y estimar el valor de los parámetros de la población. De tal forma que un buen muestreo es tan significativo como un censo detallado (21).

**Muestreo preferencial:** Es aquel en el que la muestra o las unidades muestrales se sitúan en unidades consideradas típicas sobre base de criterios subjetivos. Este tipo de muestreo se basa en suposiciones a priori a cerca de las propiedades de la vegetación (21).

**Muestreo estratificado:** Es un caso particular del muestreo preferencial y consiste en subdividir una zona de estudio en unidades, estratos y compartimientos homogéneos conforme algún criterio vegetacional (especies dominantes, fisonomía etc.) ó geográfico, topográfico, etc. (21).

### 3.1.4 Coeficiente de similitud entre muestras

Se emplea en algunos de los modelos de clasificación y ordenación de los datos, se basa en la similitud de las muestras, en vez de la disimilitud. Las diferencias, o medidas de similitud, complementan las medidas de disimilitud. Los coeficientes más comúnmente empleados son:

a. El coeficiente de comunidad de Jaccard; que tiene en cuenta la relación entre el número de especies comunes y el total de las especies encontradas en las dos muestras que se comparan, tiene la siguiente fórmula:  $CC_{1,2} = 2a / a+b+c$ .

b. El coeficiente de comunidad de Sorensen, que relaciona el doble del número de especies comunes con la suma del número de especies de las dos muestras, su fórmula es:

$$CC_{1,2} = 2a / 2a + b + c.$$

En ambos coeficientes de comunidad  $CC_{1,2} = 1$ , si todas las especies son comunes, es decir si las muestras son idénticas, y  $CC_{1,2} = 0$ , si no existen especies comunes, es decir si ambas muestras son completamente distintas (21).

### 3.1.5 El análisis multivariable y su aplicación en el ordenamiento y clasificación de unidades muestrales o especies

El análisis multivariable es utilizado en la ordenación y clasificación de unidades muestrales y/o las especies, para lo cual hace uso de numerosas variables, tratándolas simultáneamente, y se justifica cuando: a) los datos pueden organizarse en una matriz de doble entrada; b) dicha matriz tiene un tamaño mínimo de 10 X 10 ó 15 X 15 (con menos variables, particularmente cinco o menos, el análisis de variación es más provechoso; c) las propiedades de los datos y los supuestos de la técnica concuerdan, al menos en parte, si todos los datos son esencialmente aleatorios o si su estructura es muy diferente del modelo de la técnica, el análisis será infructuoso (6).

### 3.1.6 El método multivariable

Con el fin de apreciar las diferencias en objetivos y métodos de análisis multivariables y los métodos estadísticos usuales (univariados o bivariados), se pueden hacer las siguientes consideraciones: Primero, los métodos estadísticos se asocian estrechamente con la prueba e hipótesis; los métodos multivariables, por otro lado, empiezan sin hipótesis específicas; su función es elegir de una cantidad de datos, alguna estructura interna de la cual las hipótesis puedan ser generadas. Segundo, los métodos estadísticos son más potentes cuando tratan con una, o unas pocas variables de distribución aproximadamente conocida; en estos casos los análisis multivariables análogos a los métodos estándar tienden a ser débiles, y son computacionalmente intratables, si el sistema es sobre definido o no ortogonal: a. Ordenación: La ordenación tiene como propósito



inicial representar unidades muestrales y especies relacionadas tan fielmente como sea posible, en un espacio de pocas dimensiones. La ordenación es el término colectivo de las técnicas de análisis multivariable que arregla sitios (especies) a lo largo de ejes (gradientes) con base en los datos de composición de especies. A continuación se mencionan algunos métodos de ordenación usados en el estudio de la vegetación: promedios ponderados, análisis de componentes principales, análisis de correspondencias, Decorana (Detended correspondence analysis), y el más reciente, el que se denomina Canaco (Análisis canónico de correspondencias) (24).

El método Decorana (detrented correspondence analysis), está basado en análisis de correspondencias, pero corrige sus dos problemas principales (el efecto de arco y compresión de los extremos del primer eje). Decorana hace posible la deducción multidimensional por la derivación de nuevos ejes que recogen en mayor medida la estructura de los puntos de una nube multidimensional; luego emplea distancias basadas en chi cuadrado ( $X^2$ ) y pesos proporcionales para las especies y unidades de muestreo y ordena las especies y unidades muestrales simultáneamente sobre los ejes requeridos, los cuales poseen valores característicos decrecientes (24).

La clasificación básicamente involucra agrupar entidades similares, con atributos en común; es el proceso de asignar entidades a clases o grupos, de manera que presenten menor heterogeneidad entre sí, que con respecto al resto del conjunto de entidades (24).

Twinspan (two-way indicador species analysis): es un método de clasificación jerárquica, politética y divisiva. A pesar de que siempre se reconoció la superioridad teórica del enfoque divisivo politético, la ineficacia de los métodos iniciales de clasificación, su pobre comprensión y la necesaria presencia de decisiones subjetivas, impidieron que este enfoque prosperara y lo hizo el politético aglomerativo. Así, ha sido notable la aparición de la técnica de clasificación politética divisiva Twinspan desarrollada por Hill, basándose en la metodología de promedios ponderados (24).

Twinspan inicia la ordenación de los datos por medio de un análisis de correspondencias; luego, las especies que caracterizan los extremos del eje de ordenación se enfatizan con el fin de polarizar las unidades muestrales y especies, las cuales se dividen en dos grupos por medio de la ruptura del eje por su parte media. Entonces esta división de unidades es refinada, mediante una reclasificación basada en las especies con máximo valor, para indicar los polos del eje de ordenación; el proceso de división se repite luego en los dos grupos, y así sucesivamente hasta que cada grupo tiene no más del número mínimo de miembros elegidos. A la vez, se produce la clasificación de las especies y con ambas clasificaciones jerárquicas se genera una matriz de datos arreglada: El arreglo es similar al presentado con la metodología de Braun-Blanquet (clasificación por tabla). Las jerarquías resultantes ( de especies y unidades) pueden representarse en dendrogramas utilizando las secuencias de las divisiones como niveles de clasificación o de integración, pero

también estos niveles se pueden derivar de las distancias medias entre entidades dispuestas en el espacio de ordenación generado por el Decorana. El programa Twinspan, a diferencia de otros programas de clasificación jerárquica, deliberadamente dispone a los dos grupos de cada nudo, de tal manera que cada una de las entidades más similares quedan más próximas dentro de las secuencias del dendrograma (24).

Las ventajas del método Twinspan sobre otras técnicas de clasificación jerárquica, son: 1) por ser divisivo y politético, es más robusto y efectivo; 2) utiliza completa la información original y no sólo la de una matriz secundaria; 3) clasifica especies y unidades a la vez y en forma integrada; 4) ordena la secuencia de entidades de manera que se producen dendrogramas de mayor claridad; 5) presenta requerimientos de computación mínimos, lo que permite el análisis de matrices primarias mucho mayores sin problemas (24).

## 3.2 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO POLIPODIUM

### 3.2.1 SISTEMÁTICA

División	Polypodiophyta
Clase	Polypodiopsida
Orden	Pteridales
Familia	Polypodiaceae
Género	<i>Polipodium</i>

### 3.2.2 Descripción del género *Polipodium*

Plantas generalmente epífitas, pero ocasionalmente rupícolas o raramente, terrestres. Las frondas generalmente de tamaño pequeño a mediano, algunas veces de más de 1 m. de largo, de monórficas a dimórficas, típicamente pecioladas, pero algunas veces sésiles o subsésiles; pecíolo casi siempre articulado (comunmente muy notoriamente) al rizoma o a un pequeño filopodio nacido en el rizoma, glabro, pubescente o con escamas; lámina típicamente pinada), de glabra a pubescente y, a menudo, con escamas; nervaduras libres y de bifurcadas a areoladas, por lo menos algunas de las areola libres, incluidas las venecillas, éstas corren o se esparcen en todas direcciones. El rizoma largo o cortamente rastrero, raramente compacto y subrecto, comúnmente cubierto de escamas, las escamas clatradas o no, altamente variables, desde esparcidas y filiformes hasta apresas y circulares. Soros discretos, de redondos a oblongos o elípticos (o muy raramente en una línea angosta y continúa o interrumpida), superficiales a profundamente incluidos en el tejido, nacidos en o muy cerca de la extremidad de las venecillas, u ocasionalmente en la unión de dos venecillas incluidas. Esporangios escasamente pedicelados de desnudos a glandulares papilosos o setosos. Esporas monoletes, bilaterales o (raramente) globosas, comúnmente carentes de perineo. (27).

### 3.2.3 Propiedades medicinales

La parte utilizada de las plantas conocidas como calahuala son sus rizomas que en infusión, decocción se usan para el tratamiento de afecciones intestinales (diarrea, dolor de estómago, estreñimiento, gastritis), respiratorias (asma, tos, tosferina), dolor de huesos reumatismo, diabetes, gota, hipertensión, purificación de la sangre parásitos intestinales, enfermedades venéreas, sífilis, y afecciones renales (cálculos, hidropesía) y cardiacos. Tópicamente se usa la infusión en emplastos y cataplasmas para el tratamiento de contusiones, reumatismo, úlceras, quebraduras, cáncer y ciertos tumores, Psoriasis y eczema (4,11).

Del extracto acuoso del rizoma de *P. leucotomos* se obtiene una saponina llamada anapsos, que está compuesta por un cetosteroido y una desoxihexosa, que es utilizado para el tratamiento de dermatitis atópica, Psoriasis y vitiligo, también se le atribuye propiedades para la cura de la enfermedad de Alzheimer y artritis reumatoide. (18).

### 3.3 Caracterización de germoplasma

Caracterizar germoplasma consiste en describir sistemáticamente las accesiones de una especie a partir de características cualitativas como el hábito de crecimiento, la altura de planta y el color de las flores. Estas características son de alta heredabilidad y no varían con el ambiente.

La caracterización se realiza en una población representativa de la accesión y mediante una lista de descriptores (características) y los instrumentos para registrarlos (6).

#### 3.3.1 Los descriptores

Los descriptores son las características mediante las cuales podremos conocer el germoplasma y determinar su utilidad potencial.

Deben ser específicos para cada especie, diferenciar los genotipos y expresar el atributo de manera precisa y uniforme (6).

#### 3.3.2 Análisis de grupos

Según Crisci (6), mediante la aplicación del análisis de grupo, se obtiene una serie de similitud o matriz de similitud, que está calculada en base a los descriptores o variables de investigación. Esta matriz expresa las relaciones entre la totalidad de las OTU (Unidades taxonómicas Operativas, por sus siglas en inglés), debido a que solo expone similitud entre pares de dichas unidades.

Crisci, agrega que se dispone de técnicas de análisis de matrices de similitud, cuyo objetivo es sintetizar a fin de permitir el reconocimiento de las relaciones entre la totalidad de las OTU. Uno de los métodos más utilizados es el análisis de agrupamientos (cluster analysis).

### 3.3.3 Representación gráfica del análisis de agrupamientos

De acuerdo con Crisci (6); la estructura taxonómica del grupo en estudio se puede representar gráficamente como: "fenograma" que es un diagrama arborescente que muestra la relación en grado de similitud entre dos o más OTU.

En los fenogramas los valores de similitud se expresan en una escala que se encuentra en su extremo superior. Las OTU se colocan en el extremo derecho, y dan origen cada una a un eje horizontal.

Los ejes horizontales se unirán mediante ejes verticales que expresan, en relación con la escala, el valor de similitud existente entre las OTU o conjuntos de OTU.

## 3.4 MARCO REFERENCIAL

### 3.4.1 ANTECEDENTES

Las pteridófitas se encuentran probablemente desde el Cámbrico medio hasta nuestros días. En el Devónico, Carbonífero y Pérmico fueron muy abundantes y poco a poco fueron desplazadas por la diversidad de angiospermas.

Actualmente se calcula que pueden existir entre 11,000 a 12,000 especies (en México entre 1,000 y 1,300 especies), en varios tipos de vegetación y en altitudes desde 0 a 5,500 msnm. teniendo la máxima concentración en lugares tropicales (20).

En cuanto a su importancia, podemos citar a varias de ellas como ornamentales, medicinales, alimenticias y abrasivas para la fabricación de figuras de ornato y soporte de cultivos de epifitas retensoras de suelo y en especial son importantes en estudios de Paleobotánica por encontrarse en la mayoría de los horizontes fósiles hasta el presente (20). En el caso del género *Polypodium*, encontramos registrados en la Flora de Guatemala 65 especies, desde los 0 hasta los 3,900 msnm. En cuanto al departamento de Izabal, lugar donde se encuentra ubicada la cuenca, donde se realizó el estudio, se mencionan 17 especies registradas en altitudes de 0 a 1,800 msnm.(27).

### 3.4.2 Ubicación y delimitación

La cuenca del río Las Escobas se encuentra ubicada en el departamento de Izabal, municipio de Puerto Barrios, en jurisdicción de la aldea Santo Tomas de Castilla; situada entre los paralelos 15°39'40" y

15°41'40" de latitud norte y los meridianos 88°37'55" y 88°39'40" de longitud oeste con área de 10.66 kilómetros cuadrados (10). Figura 1.

Limita al norte con la cuenca del río Tamejá y la carretera que conduce a San Pedro La Cocona; al este con Santo Tomás de castilla; al sur con el río San Agustín y la comunidad El Tamarindal y al oeste con la comunidad de la Nueva Jerusalén.

Aunque dentro del sistema de cuencas de Guatemala se le ubica dentro de la cuenca del río Motagua, el río las Escobas drena sus aguas directamente a la Bahía de Amatique en el Mar de las Antillas.

#### **3.4.1 Reserva protectora de manantiales Cerro San Gil**

El cerro San Gil está localizado en el departamento de Izabal, posee ecosistemas, fuentes de agua y especies de flora y fauna de especial importancia, pues en él se encuentra el remanente mas extenso del bosque tropical muy húmedo de Guatemala, caracterizado por su alta diversidad biológica y por sus especies raras y endémicas.

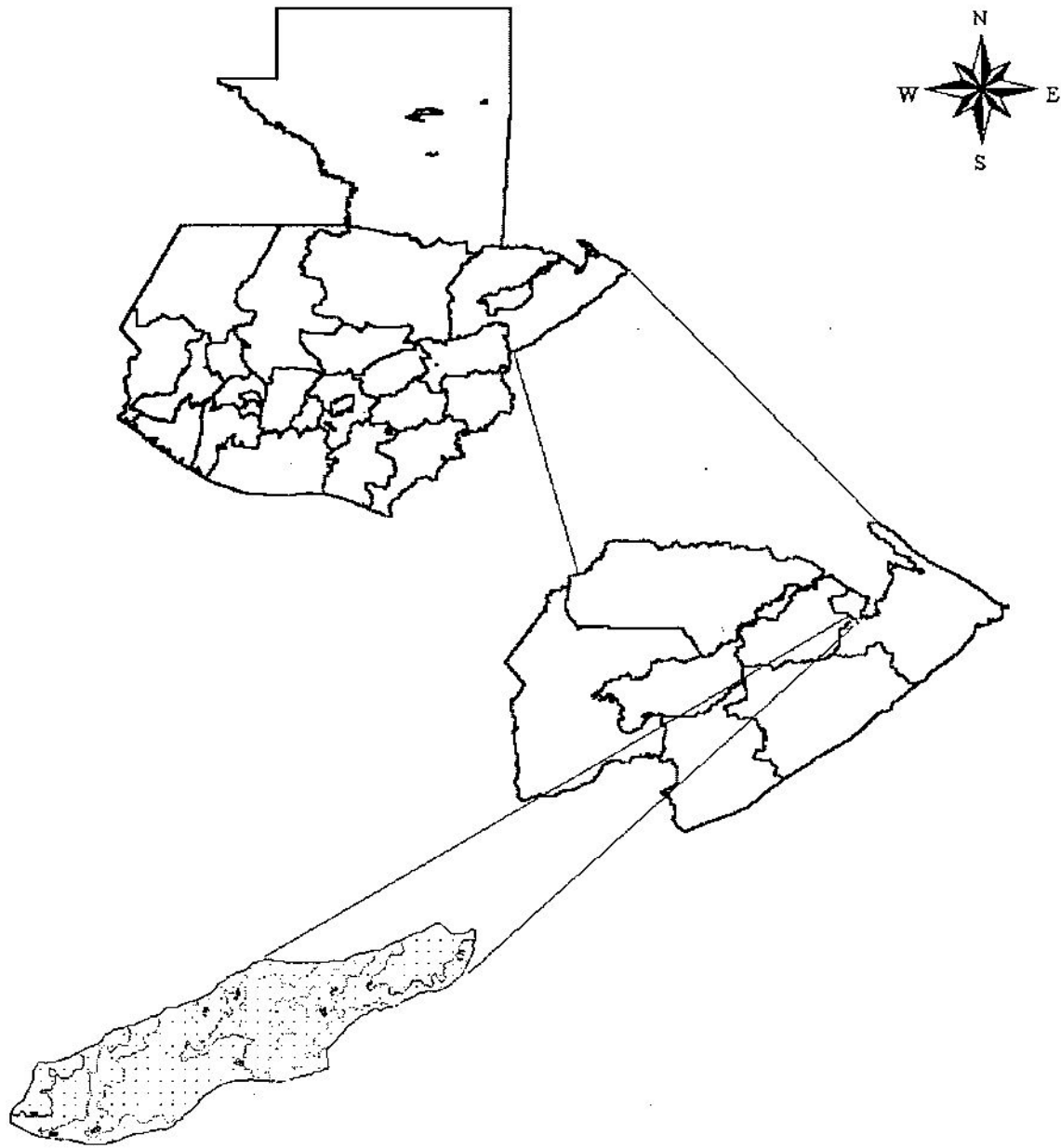
El Cerro San Gil cuenta con una gran potencialidad hídrica (río Las Escobas, Tameja, Bonito) y en él se encuentra la única fuente de agua explotada (río Las Escobas) que abastece la ciudad de Puerto Barrios y ciudades vecinas.

El Cerro San Gil es parte de una de las principales murallas naturales que evita directamente la sedimentación de la bahía de amatique (10).

#### **3.4.2 Clima**

Según Tornthwaite, el clima es cálido, con invierno benigno, muy húmedo, sin estación seca bien definida.

La precipitación media anual oscila entre los 3,000 mm a los 3,500 mm. de lluvia, repartidos entre 200 y 220 días de lluvia al año. La temperatura media anual es de 25 °C.



Fuente: MAGA / ESPREDE

Edición: FAUSAC / USIG

**Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.**

### 3.4.2 Zona de vida

La cuenca se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo tropical: la vegetación indicadora es *Acacia cooki*, *Cordia gerascanthus*, *Basiloxilum excelsa*, *Zanthoxilum belicense* y *Cruda spp* (10).

### 3.4.3 Área

El área de la cuenca es de 10.66 kilómetros cuadrados. (1.066 has), teniendo un largo máximo de 7.5 kilómetros del punto más lejano en la parte alta de la cuenca hasta la salida al mar, y un ancho máximo de 5.76 kilómetros, sobre la curva a 600 m. sobre el nivel del mar. (9).

### 3.4.4 Suelo

Según Simmons (26), Los suelos pertenecen a la serie de suelos de las tierras bajas del Petén Caribe, presentándose suelos profundos sobre materiales no consolidados.

### 3.4.5 Topografía

Fión (10), determinó la clasificación de las pendientes dentro de la cuenca en los siguientes rangos: pendientes que van del 0 al 12% aproximadamente un 10% del área de la cuenca; pendientes que van del 12 al 32% que ocupan un 30% de la cuenca y pendientes mayores al 32% que ocupan un 60% del área. Lo cual nos indica que los suelos son muy escarpados, presentando un potencial para bosques y la conservación.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 GENERAL:

- 4.1.1 Estudiar las poblaciones de Calahuala *Polypodiaceae* de uso medicinal, que se encuentran en la cuenca del río Las Escobas, Puerto Barrios, Izabal.

### 4.2 ESPECIFICOS

- 4.2.1 Describir durante un año de estudio las comunidades vegetales que se encuentran asociadas a las especies de calahuala.
- 4.2.3 Recolectar y determinar las especies de calahuala existentes en el área de estudio.
- 4.2.4 Determinar las características edáficas de las unidades de muestreo.
- 4.2.5 Caracterizar *in situ* las especies de calahuala existentes en la cuenca.
- 4.2.6 Recolectar material vivo para el establecimiento de una parcela de observación.



## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Ubicación

Para la ubicación del área de estudio se utilizó las hojas cartográficas de escala 1:50,000 denominadas Entre Ríos 2462 I y Puerto Barrios 2463 II, en donde se determinaron las coordenadas geográficas que ubican la cuenca.

### 5.2 Método de muestreo

El método de muestreo que se utilizó para la siguiente investigación fue el estratificado preferencial, debido a la distribución dispersa de la especie, dicho muestreo consistió en hacer un caminamiento a lo largo y ancho de la cuenca y donde se encontraron poblaciones de calahuala se ubicó una parcela para su estudio.

Los estratos se conformaron con base en las curvas a nivel a cada 100 mts. Encontrándose dentro de la cuenca del río Las Escobas, Cuadro 1.

**Cuadro 1. Estratos establecidos a cada 100 msnm en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla.**

ESTRATO	CURVAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
1	0 - 100
2	100 - 200
3	200 - 300
4	300 - 400
5	400 - 500
6	500 - 600
7	600 - 700
8	700 - 800
9	800 - 900

Fuente: Datos del Autor

### 5.3 Tamaño de la parcela

De acuerdo a un estudio de vegetación hecho por Fion Morales (10) las dimensiones de la parcela fueron de 500 m<sup>2</sup> (20 m. por 25 m.), estableciéndose dentro de las curvas a nivel mencionadas anteriormente.

## 5.4 INFORMACION DE CAMPO

### 5.4.1 Especies Acompañantes

Se tomaron muestras vegetales de las especies del estrato arbóreo presentes dentro de cada uno de los sitios de muestreo establecidos para ser determinadas en el herbario.

### 5.4.2 Especies de Calahuala

#### a. Recolección de especímenes de herbario

En las parcelas de muestreo se recogieron muestras vegetales de calahuala, preferiblemente de aquellas plantas que presentaban desarrollados los soros, pues esto es básico para la determinación botánica, también se colectaron partes subterráneas, ya que muchas veces es de gran importancia taxonómica la forma, color y posición de las escamas cuando están presentes en el rizoma.

#### b. Determinación taxonómica y caracterización *in situ* de las especies de calahuala

Las muestras de calahuala recolectadas fueron herborizadas y luego determinadas y depositadas en el herbario AGUAT "Ernesto Carrillo", de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Con el objeto de poder describir las características morfológicas de las especies de calahuala se ha creado un descriptor (cuadro 1 de anexos); con la información que se obtuvo del descriptor se procedió a medir la diversidad genética existente entre las poblaciones de calahuala en la cuenca del río Las Escobas, a través de una caracterización *in situ* para lo cual se tomó un número de 40 individuos por población (9), para cada uno de los estratos establecidos en la cuenca.

#### c. Variables de respuesta

A través de la caracterización se pretende tipificar en forma exhaustiva cada material genético, así como recabar toda la información disponible dentro de los aspectos morfológicos y fenológicos; según las características generales de los materiales, para lo cual se determinaron un total de 20 características cualitativas y 10 características cuantitativas las cuales pueden observarse en el descriptor que se elaboró, cuadro 1 de anexos.

## 5.5 Registro de la información

La etapa de registro de la información consistió en la elaboración de boletas codificadas de datos necesarios para facilitar la recolección, organización, almacenamiento y actualización de datos.

La etapa final estuvo constituida por la elaboración de una matriz básica de datos, donde se concentró la información recopilada de las 30 variables de respuesta correspondiente a cada una de las poblaciones caracterizadas, misma que fue incluida en una hoja electrónica.

## 5.6 Análisis de la información

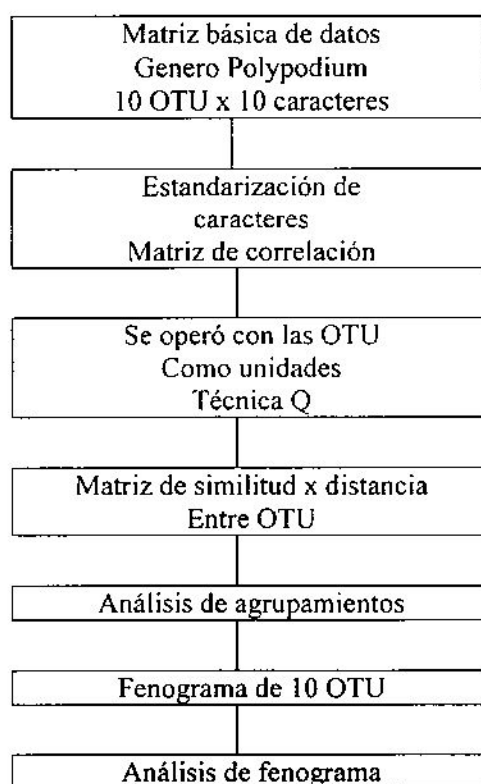
El análisis se realizó en la Facultad de Agronomía haciendo uso del paquete estadístico NTSYSPC, tomando como punto de partida la matriz básica de datos se procedió al cálculo de una matriz destinada a lograr la estandarización de los valores de las variables evaluadas, como procedimiento metodológico previo para la aplicación de las técnicas multivariadas seleccionadas para el análisis de la información disponible.

### 5.6.1 Determinación del grado de similitud

Este se evaluó mediante el análisis de grupos (análisis cluster), se compararon las variables morfológicas (cuantitativas), de cada una de las especies encontradas en el área de estudio estableciéndose grupos de cultivares por la semejanza en sus características existentes en cada especie y se graficó esta similitud por medio de un fenograma.

En forma sintética, se puede describir a través del siguiente diagrama de flujo el procedimiento de análisis multivariado que fue utilizado en el proceso de caracterización de la siguiente forma:

**Figura 2. diagrama de flujo de la metodología seguida en el estudio de las especies de calahuala en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla.**



Para la descripción de las variables discriminantes dentro de los grupos definidos, se utilizaron medidas de tendencia central tales como: media aritmética (variables cualitativas y cuantitativas), moda y frecuencia.

### **5.7 Recolección del material para el establecimiento de una parcela de observación**

Con el material vegetal vivo recolectado se hizo una colección conformada por las tres especies de calahuala encontradas en la cuenca para fines de observación del desarrollo fisiológico.

### **5.8 Muestras de suelo y características topográficas**

En cada sitio de muestreo se tomó una muestra del sustrato donde están creciendo las plantas de *polipodium*, las muestras se tomaron donde se encuentra el área radicular, generalmente a una profundidad de 0-20 cm.

Por otro lado en cada parcela se determinó la pendiente principal con la utilización de clinómetro; la exposición con brújula y la altitud (metros sobre el nivel del mar) y ubicación con altímetro, mapa topográfico y de pendientes (10); así también se utilizó un GPS (Geographic Positional System).

### **5.9 Etapa de gabinete**

#### **5.9.1 Análisis de suelos**

Se determinó la presencia de elementos mayores como elementos menores, pH y porcentaje de materia orgánica presente en cada una de las muestras obtenidas a 125, 550, 750 y 835 metros sobre el nivel del mar, en sitios representativos por cada una de las especies de interés.

#### **5.9.2 Factores Climáticos**

Los datos que se tomaron son: temperatura, (máxima, media y mínima), precipitación (frecuencia y período), para dichos datos se consultó y utilizó la información de la estación meteorológica establecida en la cuenca por la fundación de Desarrollo Ecológico.

### **5.10 ANÁLISIS Y PRESENTACION DE LA INFORMACION**

#### **5.10.1 Determinación de Especies**

Se utilizó la clave de la flora de Guatemala para determinar las especies de calahuala y las especies acompañantes, las cuales se presentan en un cuadro con su respectivo nombre científico.

### 5.10.2 Coeficiente de Comunidad de Jaccard

Coeficiente que se utilizó para determinar la similitud entre las diferentes parcelas establecidas. Tiene la siguiente fórmula:

$$C.C. 1.2 = a/a + b + c$$

C.C.1.2 = Coeficiente de comunidad de Jaccard

a = Especies comunes en la parcela N1 y N2

b = Especies presentes exclusivamente en la parcela N1

c = Especies presentes exclusivamente en la parcela N2

Se utilizó las variables presencia, ausencia, de todas las especies vegetales del estrato arbóreo presentes en las parcelas definidas sin interesar ningún valor numérico de las especies presentes.

Dicho coeficiente de comunidad  $CC_{1.2} = 1$ , si todas las especies son comunes, es decir si las muestras son idénticas, y  $CC_{1.2} = 0$ , si no existen especies comunes, es decir si ambas muestras son completamente distintas.

### 5.10.3 Clasificación de la Vegetación

De los datos de la vegetación recolectados a nivel de campo de cada una de las parcelas se procedió a la clasificación la cual fue de tipo jerárquica divisiva politética, haciendo uso del paquete estadístico para clasificación Twinspan. Esto se realizó en la Facultad de Agronomía, se ordenó a través de dendrogramas de ordenación de parcelas, de acuerdo a las especies presentes (indicadoras, preferenciales e indiferentes) (24).

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Método de muestreo y ubicación de parcelas

De acuerdo al muestreo que se realizó se logró establecer un total de 34 parcelas a todo lo largo y ancho de la cuenca. Toda parcela de muestreo fue delimitada con ayuda de una cinta métrica de 50 m; sus límites se ubicaron marcando cada esquina del rectángulo. Las parcelas quedaron distribuidas como se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Distribución del número de parcelas por estratos establecidos dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santos Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.**

No. de Estrato	Altura	No. de parcelas
1	0 - 100	4
2	100 - 200	5
3	200 - 300	4
4	300 - 400	6
5	400 - 500	8
6	500 - 600	4
7	600 - 700	0
8	700 - 800	2
9	800 - 900	1
Total		34

Fuente: Datos del Autor.

De acuerdo a la distribución del número de parcelas fue en el estrato número 5, en alturas comprendidas de 400 a 500 msnm. donde se estableció el mayor número de parcelas un total de 8; mientras que en el estrato número 9 que va de 800 a 900 msnm. se establecieron sólo 2 parcelas; por otro lado el estrato de 600 a 700 msnm se mostró indiferente a todas ya que no hubo presencia de las especies de interés; esto obedece a la distribución de las especies de calagualas presentes en la cuenca.

### 6.2 Especies de Calahuala

#### a. Recolección de especímenes de herbario

De 34 parcelas que se establecieron a lo largo y ancho de la cuenca del río Las Escobas se logró encontrar tres especies de helechos que son utilizados para uso medicinal por los pobladores que habitan en la periferia de dicha cuenca, dichos helechos son conocidos con el nombre popular de calahuala.

Las parcelas quedaron distribuidas de la siguiente forma:

**Cuadro 3. Distribución de parcelas por especie de calahuala establecidas dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla.**

Estrato sobre el nivel del mar	Número de parcela	Nombre Común	Usos
0 - 600	1 - 29	Calahuala	Medicinal
700 - 900	30 - 32	Calahuala	Medicinal
700 - 900	33 - 34	Calahuala	Medicinal

Fuente: Datos del Autor

**b. Determinación de las especies de calahuala**

Se logró coleccionar un total de 3 especies de calahuala las cuales fueron herborizadas e identificadas taxonómicamente. La identificación taxonómica se puede apreciar en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Identificación de 3 especies de calahuala encontradas a diferentes niveles altitudinales dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla.**

Nivel altitudinal msnm.	Número de parcela	Nombre común	Nombre científico	Familia
0 a 600	1 a 29	Calahuala	<i>Bolbitis donnell-smithii</i> (Christ.) Ching	Polypodiaceae
700 a 900	30 a 32	Calahuala	<i>Polipodium triseriale</i> Sw. J.	Polypodiaceae
700 a 900	33 a 34	Calahuala	<i>Goniophlebium fraxinifolium</i> (Jacq.) Moore	Polypodiaceae

Fuente: Datos del Autor

**a. Especie *Bolbitis donnell-smithii* (Christ) Ching**

La especie encontrada de 0 a 600 metros sobre el nivel del mar fue *Bolbitis donnell-smithii* (Christ.) Ching y se logró identificar en un total de 29 parcelas las cuales tenían la siguiente distribución: de 0 a 100 msnm se establecieron 3 parcelas; de 100 a 200 msnm 5 parcelas; de 200 a 300 msnm. 4 parcelas; de 300 a 400 msnm. 6 parcelas; de 400 a 500 msnm. 8 parcelas; de 500 a 600 msnm. 3 parcelas. Establecidas a todo lo largo y ancho de la cuenca. Del caminamiento que se realizó se determinaron los lugares para el establecimiento de parcelas dentro de la cuenca, tomando como criterio la presencia y densidad de la especie, el estrato que presentó un mayor número de parcelas fue el de 400 - 500 msnm. con un total de 8 parcelas

establecidas y el que presentó menor número de parcelas fue 0 - 100 msnm. y de 500 - 600 msnm. La densidad se registra en el cuadro 5. De acuerdo a flora de Guatemala (27) esta especie se localiza a una altura de 50 - 1,500 m. de altura; pero dentro de la cuenca se logró observar únicamente de los 0 a 600 msnm. Los usos que presenta dentro de la cuenca es medicinal utilizándose principalmente sus rizomas.

**b. Especie *Polypodium triseriale* Sw. J**

La especie encontrada entre los 700 a los 900 metros sobre el nivel del mar fue identificada como: *Polypodium triseriale* Sw. J. Las parcelas establecidas fueron de la siguiente forma: de los 700 a los 800 msnm. 2 parcelas; de los 800 a los 900 msnm. 1 parcela para hacer un total de 3 parcelas; la densidad de población se puede apreciar en el cuadro 5.

De acuerdo a flora de Guatemala la altura que tiene reportada es de 50 a 1,600 msnm; a nivel de la cuenca en estudio no se presentó dicha especie a alturas menores a los 700 msnm. pero sí hubo presencia de la especie de los 700 a 900 msnm. que es la altura máxima que comprende la cuenca en estudio. Dicha especie fue encontrada en troncos podridos y materia orgánica en descomposición. El uso que recibe por los pobladores del área del cerro San Gil es medicinal; así también en Honduras esta especie es reportada por los pobladores como medicinal (11).

**c. Especie *Goniophlebium fraxinifolium* (Jacq.) Moore**

La tercer especie que se logró determinar a nivel de herbario fue *Goniophlebium fraxinifolium* (Jacq.) Moore, reportada por primera vez dentro del género *Polypodium* (10). Dicha especie se encontró distribuida en un rango de los 700 a los 900 msnm, estableciéndose dos parcelas de los 700 - 800 msnm. y una parcela de los 800 - 900 msnm. Las densidades de población se registran en el Cuadro 5. Según flora de Guatemala las alturas a las cuales se logran encontrar esta especie son de 900 - 1,500 msnm. En el caso del presente estudio se limita a una altura de 900 msnm. que es la altura máxima que presenta la cuenca. El uso que reporta en el área de estudio es medicinal. En Honduras es una especie conocida, principalmente por su uso medicinal (11).

Las tres especies de calahuala que se identificaron a nivel del herbario tienen usos medicinales dentro de la cuenca. Según Gupta (11) con el nombre de calahuala se identifica popularmente a varias especies de *Polypodium* en países de Centroamérica y que sus usos son medicinales.

En el Cuadro 5. Se aprecia la densidad poblacional por especie de Calahuala.



**Cuadro 5. Densidad de las especies de calahuala a diferentes niveles altitudinales dentro de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla.**

ESPECIES	DENSIDAD/METRO CUADRADO	ALTURA MSNM.
<i>Bolbitis donnell-smithii</i>	3	49
<i>Bolbitis donnell-smithii</i>	5	152
<i>Bolbitis donnell-smithii</i>	3	259
<i>Bolbitis donnell-smithii</i>	6	365
<i>Bolbitis donnell-smithii</i>	8	470
<i>Bolbitis donnell-smithii</i>	9	543
<i>Goniophlebium fraxinifolium</i>	4	715
<i>Goniophlebium fraxinifolium</i>	7	852
<i>Polipodium triseriale</i>	3	786
<i>Polipodium triseriale</i>	5	852

Fuente: Datos del Autor

La especie *B. donnell-smithii* registró a los 49 msnm. una densidad de 3 plantas/m<sup>2</sup>; a los 152 msnm. 5 plantas/m<sup>2</sup>; a los 259 msnm. 3 plantas/m<sup>2</sup>; a los 365 msnm. la densidad fue de 6 plantas/m<sup>2</sup>; a los 470 msnm. se registró una densidad de 8 plantas/m<sup>2</sup> y a los 543 msnm. la densidad registrada fue de 9 plantas/m<sup>2</sup>; con lo cual se demuestra que la densidad está directamente relacionada con la altura ya que en los niveles de mayor altura se registró una mayor población por metro cuadrado.

Para la especie *G. Fraxinifolium* se registraron las siguientes densidades a los 715 msnm. 4 plantas/m<sup>2</sup>; a los 852 msnm. la densidad fue de 7 plantas/m<sup>2</sup>, con lo cual hay mayor densidad a una mayor altura.

Para *P. Triseriale* las densidades registradas fueron las siguientes: a los 786 msnm. se cuantificaron 3 plantas/m<sup>2</sup>; a los 852 msnm. la densidad registrada fue de 5 plantas/m<sup>2</sup>; con lo cual tiene la misma tendencia a aumentar su población con forme aumenta su altura sobre el nivel del mar.

En forma general se puede denotar que para las 3 especies estudiadas la densidad de población está directamente relacionada con la altura, registrándose mayores poblaciones de dichas especies a manera que aumenta dicha condicionante, esto es posiblemente debido a los siguientes factores: 1) Las calahuales pertenecen al grupo de los helechos los cuales prefieren habitats húmedos y templados; a mayor altura sobre el nivel del mar se registra una mayor densidad del bosque favorecido por la poca influencia humana (19). 2)

Cada especie vegetal tiene un intervalo de tolerancia propio con respecto a los factores ambientales; por lo cual la población tiene un centro u óptimo, a partir del cual su abundancia disminuye hacia ambos extremos del gradiente del factor ambiental (21).

### 6.3 Especies Acompañantes al complejo calahuala

De un total de 34 sitios de muestreo se colectaron 63 especies vegetales acompañantes al complejo calahuala las cuales fueron determinadas. En el Cuadro 6 se presentan las especies acompañantes a la calahuala.

**Cuadro 6. Especies acompañantes a las calahuales ordenados por familia y encontrados dentro de la cuenca del río las Escobas Santo Tomás de Castilla.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Myristicaceae	<i>Virola koschnyi Warb.</i>	Sangre
Sapotaceae	<i>Manilkara sapota ) Mill Fosbewrg</i>	Frutillo
Sapotaceae	<i>Pouteria amygdalina Standll</i>	Silión
Sapotaceae	<i>Pouteria durlandii (Standl)</i> <i>Baehni</i>	Sapotillo
Sapotaceae	<i>Manilkara chicle (Pittier) Gilly</i>	Nispero
Sapotaceae	<i>Calocarpum pachecoana S.</i>	Zapote
Ebenaceae	<i>Diospyros bumelioides Standl</i>	Jaboncillo
Quiinaceae	<i>Quiina schipii Standl</i>	Quina
Moraceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo
Moraceae	<i>Brossimum allicastrum Sw.</i>	Masico
Moraceae	<i>Ficus glaucescens HBK. (Liebm)</i>	Amate
Moraceae	<i>Ficus guatemalana M.</i>	Matapalo
Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	Anono
Annonaceae	<i>Rollinia jimenezii Safford</i>	Anonillo
Euphorbiaceae	<i>Hieronima alchorneoides allemao</i>	Franelo
Euphorbiaceae	<i>Garcia nutans Rohr, Skrivt</i>	Huevo de gato
Euphorbiaceae	<i>Sebastiana adenophora Pax</i> <i>&amp;Form, Pflanzehreich</i>	Chechen blanco
Euphorbiaceae	<i>Jatropha ssp.</i>	Chiran
Anacardiaceae	<i>Tapirira macrophilla Lundell</i>	Danto

Meliaceae	<i>Trichilia acuntanthera</i> Dc.	Carboncillo
Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i> L.	Limoncillo
Meliaceae	<i>Guarea excelsa</i> H.B.K.	Cedrillo
Bombacaceae	<i>Pachira acuatica</i> Aubl.	Zapatón
Leguminosae	<i>Dialum guianense</i> A.	Tamarindillo
Leguminosae	<i>Zollernia tango</i> Standl.	Tango
Verbenaceae	<i>Vitex cooperi</i> Standl	Rajate bien
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	-----
Piperaceae	<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) A. Dieta	-----
Rosaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Icaco
Myrtaceae	<i>Pimienta dioica</i> Wrrill	Pimienta
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth	Chaperno
Melastomataceae	-----	Sosní
Mimosaceae	<i>Acacia hindsii</i> L.	Ixcanal
Mimosaceae	<i>Phytocollobium arboretum</i> Roxb.	Frijolillo
Mimosaceae	<i>Lisyloma bahamensis</i> B.	Tzalam
Guttiferae	<i>Callophyllum brasilienses</i> C.	Santa Maria
Apocynaceae	<i>Couma guatemalensis</i> Barb Rodr.	Palo de vaca
Apocynaceae	<i>Stemmadenia grandiflora</i> J.	Cojón
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> Standl.	Negrilo
Polypodiaceae	<i>Bolbitis donnell-smithii</i> (Christ) Ching	Calahuala
Polypodiaceae	<i>Polypodium triseriale</i> Sw. J.	Calahuala
Polypodiaceae	<i>Goniophlebium fraxinifolium</i> (Jacq) Moore	Calahuala
Palmae	<i>Calypitogyne donnell-smithii</i>	Caduquilla
Violaceae	<i>Rinorea guatemalensis</i> (wats) Bartlett	Frutillo
Lauraceae	<i>Nectandra</i> spp.	Aguacatillo
Lauraceae	<i>Phoebe mexicana</i> meissn	Dulce Quemado
Aracaceae	<i>Crysophila argentea</i> Bartlett	Escobillo

Tiliaceae	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Tarcz) Sprague	Mecate
Tiliaceae	<i>Belotia campbelli</i> Sprague	-----
Ulmaceae	<i>Celtis</i> sp.	Manteco
Sapindaceae	<i>Cupania articulata</i> L.	Cola de pava
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Zorra
Myrsinaceae	<i>Ardisia nigropunctata</i> Schlencht	Siracil
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i> Jacq.	Castaño
Bromeliaceae	<i>Tillandsia monodelpha</i> c.j. morre	-----
Boraginaceae	<i>Cordia diversifolia</i> Poir	Upay
Combretaceae	<i>Terminalia anazonia</i> (J.F. Gmel).	Naranja
Icacinaceae	<i>Oecopetalum guatemalense</i> Howard	Molinillo
Anacardiaceae	<i>Spondias Bombin</i> L.	Jobo
Saurauiceae	<i>Sauravia</i> spp.	Palo de agua
Lecythidaceae	<i>Grias integrifolia</i> (Standl.) Kinuth)	Morro de montaña
Rubiaceae	-----	Panecito

Fuente: Datos del Autor

Dentro de las familias que se encontraron con mayor presencia acompañando a las especies de calahuala están: Sapotaceae con cinco especies las cuales se encontraron de los 0 a los 900 msnm., así encontramos a *Pouteria amigdalina*, *P. durlandii* y *Manilkara zapota*, *Manilkara chicle*, Estas cuatro especies se encontraron en las parcelas que se establecieron acompañando a *Bolbitis donnell-smithii* (calahuala). La especie *Calocarpum pachecoana* se encontró acompañando a *Polypodium triseriale* y a *Goniophlebium fraxinifolium* (calahualas) en la parte alta de la cuenca.

Moraceae es la familia que presentó cuatro especies las cuales se encontraron distribuidas de la siguiente forma: *Cecropia peltata* se encontró de los 0 a los 400 msnm. Acompañando a *Bolbitis donnell-smithii*, *Brosimum allicastrum*, *Ficus glaucescens* y *Ficus guatemalana* se encontraron acompañando a *Polypodium triseriale* y *Goniophlebium fraxinifolium* en alturas comprendidas de los 600 a los 900 msnm.

De la familia Euphorbiaceae se encontraron 3 especies en los estratos que van de 0 a 600 msnm. las especies *Hieronima alchorneoides* y *Sebastiania adenophora* se encontraron acompañando a la especie

*Bolbitis donnell-smithii*, así como la especie *García nutans* la cual además está asociada con *Polypodium triseriale* ya que fue registrada de 200 a 700 msnm.

Meliaceae presenta tres especies las cuales están registradas de los 300 a los 900 msnm. así tenemos en los 300 msnm a *Trichilia glabra* L y *Trichilia acuntanthera* acompañando a *Bolbitis donnell-smithii*; a los 900 msnm. encontramos nuevamente a *Trichilia acuntanthera* y la especie *Guarea excelsa* H.B.K. acompañando a *Polypodium triseriale* sw. y *Goniophlebium fraxinifolium*.

### 6.3.1 Descripción de las características biofísicas de las parcelas

En el cuadro 7. Se presentan los datos topográficos y edáficos necesarios para la interpretación de la ordenación y clasificación de las parcelas del muestreo estratificado sistemático. Además se presentan los datos estructurales de las parcelas para su posterior análisis. Así mismo, estas parcelas se ubican geográficamente en la figura 2.

### 6.3.2 Clasificación de las parcelas de la comunidad de calahuala

Se realizó una clasificación politética divisiva de las parcelas de muestreo, generada por Twinspan basado en su semejanza de composición florística, el resultado de esto es una matriz arreglada en la que puede apreciarse la dicotomía formada en los 6 niveles (Figura 3 de dendrograma) de clasificación arrojados por el programa. El orden y secuencia de las parcelas de muestreo corresponde principalmente a la semejanza reconocida entre ellas. La división de los grupos de parcelas está dada por las especies y pseudo 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 preferencia por algún grupo de parcelas en especial. (24).

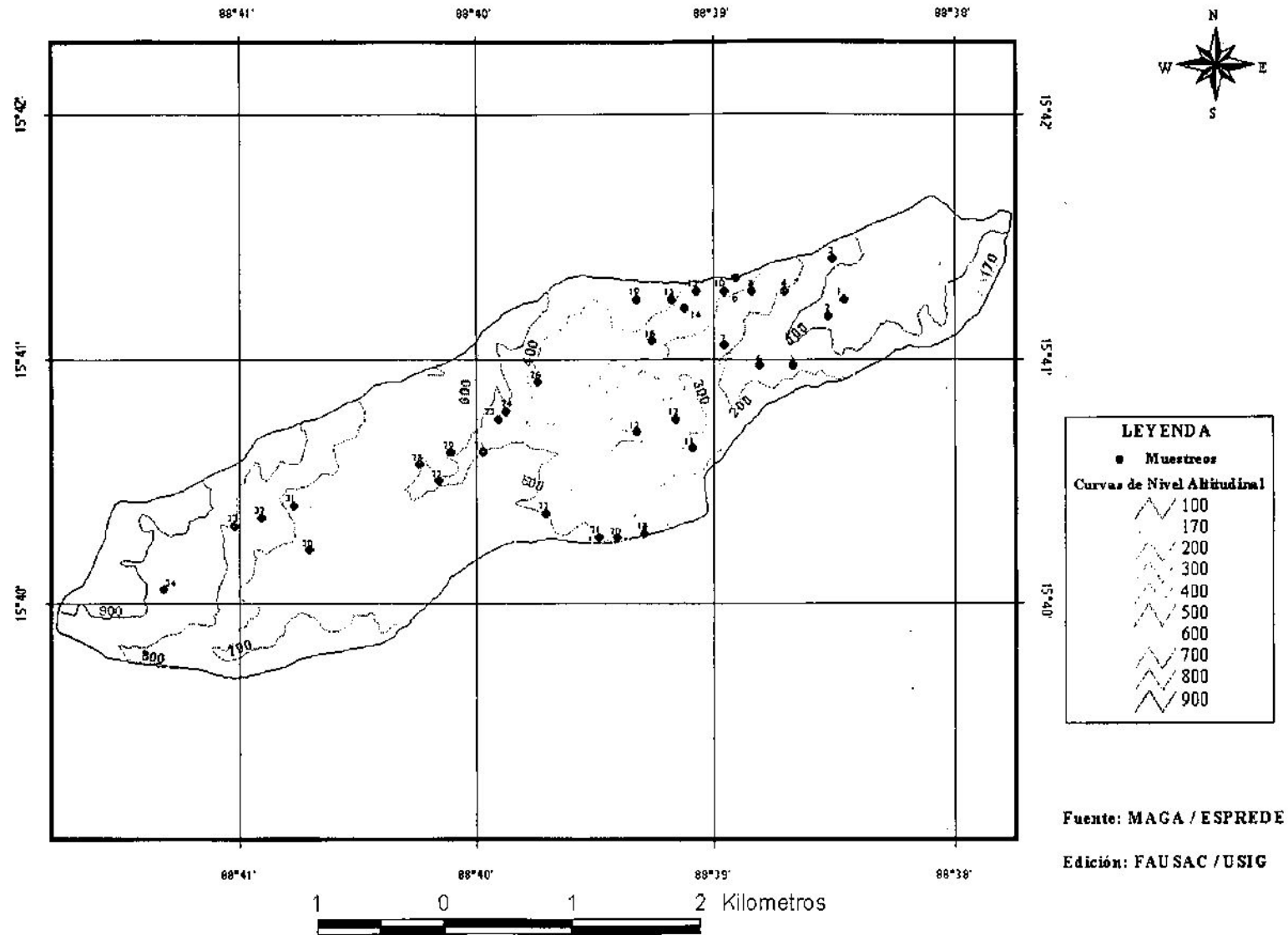
Con la finalidad de facilitar la interpretación y discusión se elaboró un dendrograma jerárquico dicotómico que muestra las relaciones entre grupos de parcelas. Además se presentan los nombres científicos de las especies indicadoras para cada nivel de división.

En el primer nivel de división se determinaron 2 grandes subdivisiones el primero determinado por 26 parcelas y el segundo grupo por 8 parcelas, que expresan cambios y afinidades florísticas de las comunidades donde crece la calahuala, dichas subdivisiones obedecen a un gradiente altitudinal, lo cual involucra cambios de tipo climáticos así como en las especies vegetales.

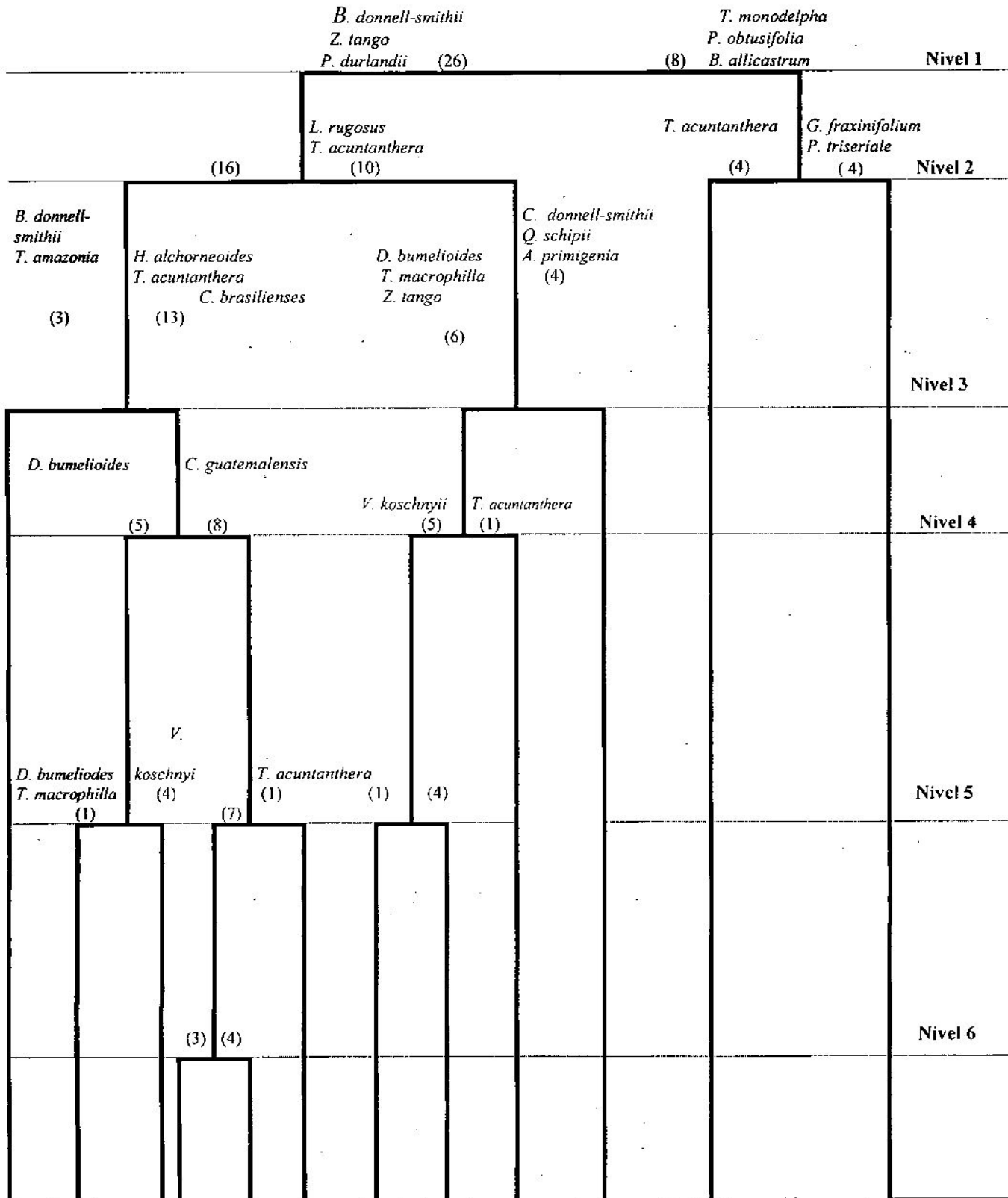
**Cuadro 7. Características biofísicas y estructurales establecidas a todo lo largo y ancho de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.**

Parcela No.	Altura msnm	Porcentaje de pendiente	Posición	Ubicación	Coordenadas	
			Fisiográfica		Latitud	Longitud
1	32	9	Escarpe poco inclinado	Camino al balneario antiguo	15°41'14"	88°38'27"
2	49	13	Escarpe	Comedero de tepezcuintle	15°41'10"	88°38'31"
3	97	26	Escarpe	Al sur de la presa de captación de agua	15°41'60"	88°38'35"
4	119	37	Escarpe	Al norte de la presa de captación de agua	15°41'16"	88°38'42"
5	123	35	Escarpe	Al sur del río las escobas	15°40'58"	88°38'40"
6	136	32	Escarpe	Camino del zompopero	15°40'58"	88°38'48"
7	152	37	Escarpe	Al norte del río las escobas	15°41'03"	88°38'57"
8	167	37	Lomo poco inclinado	Al norte del río las escobas	15°41'16"	88°38'50"
9	221	38	Lomo	Al norte del río las escobas	15°41'19"	88°38'54"
10	237	44	Escarpe	Al sur río las escobas	15°41'16"	88°38'57"
11	259	43	Escarpe	Al sur río las escobas	15°40'38"	88°39'05"
12	281	32	Lomo poco inclinado	Al norte río las escobas	15°40'45"	88°39'09"
13	305	15	Escarpe	Al norte río las escobas	15°41'16"	88°39'41"
14	322	12	Escarpe	Al norte río las escobas	15°41'12"	88°37'07"
15	338	33	Escarpe	Al norte río las escobas	15°41'14"	88°39'10"
16	365	38	Escarpe	Suroeste río las escobas	15°41'04"	88°39'15"
17	372	10	Escarpe	Suroeste río las escobas	15°40'42"	88°39'19"
18	386	35	Escarpe	El campamento	15°40'17"	88°39'17"
19	411	26	Escarpe	Sureste río las escobas	15°41'14"	88°39'19"
20	425	32	Escarpe	Sureste río las escobas	15°40'16"	88°39'24"
21	448	33	Escarpe	Suroeste río las escobas	15°40'14"	88°39'27"
22	462	35	Lomo plano	Noreste río las escobas	15°40'22"	88°49'42"
23	475	30	Escarpe poco inclinado	Noreste río las escobas	15°40'45"	88°39'54"
24	468	31	Escarpe poco inclinado	Al sur río las escobas	15°40'47"	88°39'52"
25	470	38	Lomo plano	Sureste río las escobas	15°40'37"	88°39'58"
26	495	37	Escarpe poco inclinado	Lado norte río las escobas	15°40'54"	88°39'44"
27	525	12	Planicie	Noreste río las escobas	15°40'30"	88°40'09"
28	543	8	Planicie	Sureste del río	15°40'34"	88°40'14"
29	587	10	Planicie	Lado este del río	15°40'37"	88°40'06"
30	631	5	Planicie	Lado este del río	15°40'13"	88°40'42"
31	671	9	Planicie	Vuelta de la chucha	15°40'24"	88°40'46"
32	715	5	Planicie	Noreste río las escobas	15°40'21"	88°40'54"
33	786	9	Planicie	Noreste río las escobas	15°40'19"	88°41'01"
34	852	18	Lomo	Al sur de las torres de Teigua	15°40'03"	88°41'03"

Fuente: Datos del Autor



**Figura 3. Ubicación geográfica de las 34 parcelas objeto de estudio dentro de la cuenca del río Las Escobas Puerto Barrios, Izabal**



Fuente: Datos del Autor

Figura 4. Dendrograma de clasificación de parcelas y entidades florísticas en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.



El primer grupo determinado por 26 parcelas está representado por cuatro especies indicadoras *Bolbitis donnell-smithii* (Christ) Ching, *Zollernia tango* Standl, *Pouteria durlandii* (Stand) Baehni y *Annona primigenia* St.

El siguiente grupo está conformado por 8 parcelas, integrado por las especies indicadoras *Tillandsia monodelpha* C.J. Morre, *Peperomia obtusifolia* (L.) A. Dietr y *Brossimum allicastrum* Sw.

La división que existe entre estos dos grupos como se mencionó está dada por factores ambientales principalmente altitud ya que el primer gran grupo de 26 parcelas se localizó de los 0 a 600 msnm; mientras que el grupo de 8 parcelas se localiza de los 600 a 900 msnm. Como puede observarse el grupo conformado por 8 parcelas del primer nivel, en el segundo nivel ocurren dos subdivisiones de cuatro parcelas cada una encontrándose en la primer parcela la especie indicadora *Trichilia acuntanthera* dc.

En el siguiente grupo conformado por cuatro parcelas, se encuentran dos especies preferenciales que se identifican en el grupo de las calahualas las cuales son: *Goniophlebium fraxinifolium* (Jacq) Moore y *Polypodium triseriale* Sw. J.

Así también puede observarse que a partir del segundo nivel no existen más divisiones para este grupo de parcelas.

En el grupo de 26 parcelas se subdivide sucesivamente en los niveles del 2 al 6 sin conformar entidades florísticas diferenciadas que amerite nombrarlas o definir las. Sin embargo, cuenta con algunas características y afinidades especiales, las cuales, se desarrollan a continuación: en el nivel 2 se separan 2 grupos de parcelas con afinidades fisiográficas de escarpe encontrándose en lugares de pendientes mayores del 25%.

En el nivel 3 se divide en 4 grupos de parcelas; parcelas del grupo 3 con la especie indicadora *Terminalia amazonia* este grupo de parcelas no presenta más subdivisiones como puede observarse en el dendrograma. Las parcelas del grupo 13 presenta como especies indicadoras a *Hieronima alchorneoides*, *Trichilia acuntanthera* y *Callophyllum brasilienses*. Parcelas del grupo 6 presenta como especies indicadoras a *Diospyros bumelioides*, *Tapirira macrophylla*, *Zollernia tango* y *Couma guatemalensis*.

El grupo 4 no presenta especies indicadoras y la afinidad que presentan es la posición fisiográfica de escarpe con pendientes mayores al 30%, este grupo de parcelas no presentan más subdivisiones.

En el nivel 4 en este nivel existen 4 subdivisiones, así se encuentran en el grupo 5 con la especie indicadora *Diospyrus bumelioides*; encontrándose dichas parcelas a una altura no mayor a los 200 msnm.

El grupo 8 presenta como especie indicadora a *Couma guatemalensis*. Este grupo de parcelas se encuentra distribuida a lo ancho de la cuenca en los niveles altitudinales 0 a 300 msnm. El grupo 5 presenta la especie indicadora *Virola koschnyi*. Cuyo grupo de parcelas se ubica en la parte noreste de la cuenca. El grupo

conformado de 1 parcela presenta como especie indicadora a *Trichilia acuntanthera* conocida dentro de la cuenca con el nombre común de carboncillo.

En el nivel 5 ocurren 6 divisiones a cuales no presentan ningún aspecto relevante en cuanto al agrupamiento de parcelas.

El nivel 6 se agrupa parcelas cuyo nivel altitudinal no es mayor a los 300 msnm. no presentando características diferenciales entre ellas.

### 6.3.3 Ordenación de parcelas de las comunidades del complejo calahuala

El propósito principal de la ordenación es representar unidades de muestreo y especies relacionadas a lo largo de un gradiente ambiental en un espacio de pocas dimensiones. El producto final, es una gráfica, usualmente de 2 dimensiones en la cual las unidades muestrales y las especies similares están cerca unas de otras y las entidades disímiles están apartadas. En el cuadro 8. (ordenación de las parcelas, mediante el programa decorana) se presentan los resultados de ordenación por Decorana; allí a la izquierda se encuentran las parcelas del muestreo sistemático estratificado acompañadas de los valores de ordenación dados por decorana. Así mismo aparece cada uno de los cuatro ejes con su valor característico (eigenvalores), el cual indica la longitud del eje o gradiente. En la Figura 4, se muestra la interpretación del primer gradiente y en la figura 5, la interpretación del segundo; en ambas figuras se realiza una gráfica bidimensional ploteando los primeros dos ejes o gradientes, los que mejor explican la similitud o disimilitud entre las parcelas.

### 6.3.4 Interpretación del primer gradiente de ordenación de parcelas

El primer eje corresponde coherentemente a un gradiente de posición fisiográfica de las parcelas, ver Cuadro 8. En la Figura 4 se puede observar que hacia el extremo derecho del eje de las abscisas, valores de 250 a 425 que agrupan las parcelas que se ubican en la posición fisiográfica poca pendiente la cual va de 0 a 12% (10); como puede observarse se agrupan las parcelas 32, 33 y 34 las cuales tienen la característica de poseer 2 especies de Calahuala ya que aquí se agrupan las especies *Polipodium triseriale* y *Goniophlebium fraxinifolium*; las otras 4 parcelas (24, 28, 29, 30 y 31) que se agrupan dentro de este gradiente ocurre debido a la similitud que existe en cuanto a posición fisiográfica, la vegetación y nivel altitudinal.

A continuación encontramos 26 parcelas con valores que van de los 0 a 250 su posición fisiográfica es de pendiente pronunciada (escarpe), localizándose en lugares de mucha pendiente > 32% (10), aquí se encuentra concentrada una de las 3 especies de calahuala *Bolbitis donnell-smithii*.

**Cuadro 8. Ordenación de parcelas mediante el programa Decorana; establecidas a lo largo y ancho de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.**

No.	NOMBRE	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 1 EIG* .661	Eje 2 EIG* .333	Eje 3 EIG* .188
1	Parcela 1	32	137	109	61	Parcela 34 405	Parcela 7 326	Parcela 25 278
2	Parcela 2	59	181	104	30	Parcela 32 370	Parcela 5 308	Parcela 11 244
3	Parcela 3	2	253	106	112	Parcela 33 349	Parcela 27 276	Parcela 24 243
4	Parcela 4	21	253	102	136	Parcela 29 300	Parcela 22 264	Parcela 8 242
5	Parcela 5	79	308	143	97	Parcela 30 286	Parcela 24 264	Parcela 9 235
6	Parcela 6	40	198	180	131	Parcela 31 281	Parcela 3 253	Parcela 27 216
7	Parcela 7	52	326	121	110	Parcela 28 274	Parcela 4 253	Parcela 22 212
8	Parcela 8	47	90	242	130	Parcela 24 267	Parcela 30 216	Parcela 12 211
9	Parcela 9	0	83	235	107	Parcela 19 215	Parcela 6 198	Parcela 21 209
10	Parcela 10	63	86	150	122	Parcela 26 210	Parcela 29 193	Parcela 30 194
11	Parcela 11	0	98	244	107	Parcela 27 204	Parcela 2 181	Parcela 33 188
12	Parcela 12	97	146	211	137	Parcela 21 187	Parcela 25 179	Parcela 17 185
13	Parcela 13	135	96	158	127	Parcela 20 177	Parcela 23 177	Parcela 31 183
14	Parcela 14	94	84	173	107	Parcela 25 173	Parcela 33 174	Parcela 6 180
15	Parcela 15	119	106	122	130	Parcela 23 170	Parcela 32 166	Parcela 14 173
16	Parcela 16	136	157	144	118	Parcela 22 168	Parcela 16 157	Parcela 32 173
17	Parcela 17	132	157	185	11	Parcela 18 162	Parcela 17 157	Parcela 34 167
18	Parcela 18	162	101	139	0	Parcela 16 136	Parcela 34 152	Parcela 29 161
19	Parcela 19	215	98	0	126	Parcela 13 135	Parcela 12 146	Parcela 13 158
20	Parcela 20	177	115	40	127	Parcela 17 132	Parcela 1 137	Parcela 10 150
21	Parcela 21	187	119	209	254	Parcela 15 119	Parcela 31 120	Parcela 16 144
22	Parcela 22	168	264	212	38	Parcela 12 97	Parcela 21 119	Parcela 5 143
23	Parcela 23	170	177	106	232	Parcela 14 94	Parcela 20 115	Parcela 18 139
24	Parcela 24	267	264	243	188	Parcela 5 79	Parcela 15 106	Parcela 28 130
25	Parcela 25	173	179	278	109	Parcela 10 63	Parcela 18 101	Parcela 15 122
26	Parcela 26	210	0	121	21	Parcela 2 59	Parcela 11 98	Parcela 7 121
27	Parcela 27	204	276	216	85	Parcela 7 52	Parcela 19 98	Parcela 26 121
28	Parcela 28	274	35	130	33	Parcela 8 47	Parcela 13 96	Parcela 1 109
29	Parcela 29	300	193	161	32	Parcela 6 40	Parcela 8 90	Parcela 3 106
30	Parcela 30	286	216	194	97	Parcela 1 32	Parcela 10 86	Parcela 23 106
31	Parcela 31	281	120	183	67	Parcela 4 21	Parcela 14 84	Parcela 2 104
32	Parcela 32	370	166	173	52	Parcela 3 2	Parcela 9 83	Parcela 4 102
33	Parcela 33	349	174	188	182	Parcela 9 0	Parcela 28 35	Parcela 20 40
34	Parcela 34	405	152	167	106	Parcela 11 0	Parcela 26 0	Parcela 19 0

Fuente: Datos del Autor

\* EIG: Egen value

### 6.3.5 Interpretación del segundo gradiente de ordenación de parcelas

En la Figura 5 se observa la ordenación del segundo gradiente (eje de las ordenadas) éste corresponde a la ubicación de cada una de las parcelas sobre la cuenca las cuales están relacionadas con el cauce o recorrido del río Las Escobas y por tal razón la incidencia de la humedad que ésta implica.

Luego con valores de 350 a 125 encontramos el grupo que congloera el 59% parcelas que corresponden a un gradiente de alta humedad debido a la proximidad que tienen con respecto al cauce principal del río o alguna de sus corrientes intermitentes que generan humedad en época de invierno, así tenemos que las tres especies de Calahuala tienen preferencia por lugares húmedos. Por último en el extremo inferior del gradiente con valores que van de 125 a 0 encontramos parcelas ubicadas en una zona de baja humedad las cuales se encuentran retiradas de los afluentes de agua; presentándose únicamente la especie *B. donnell-smithii*.

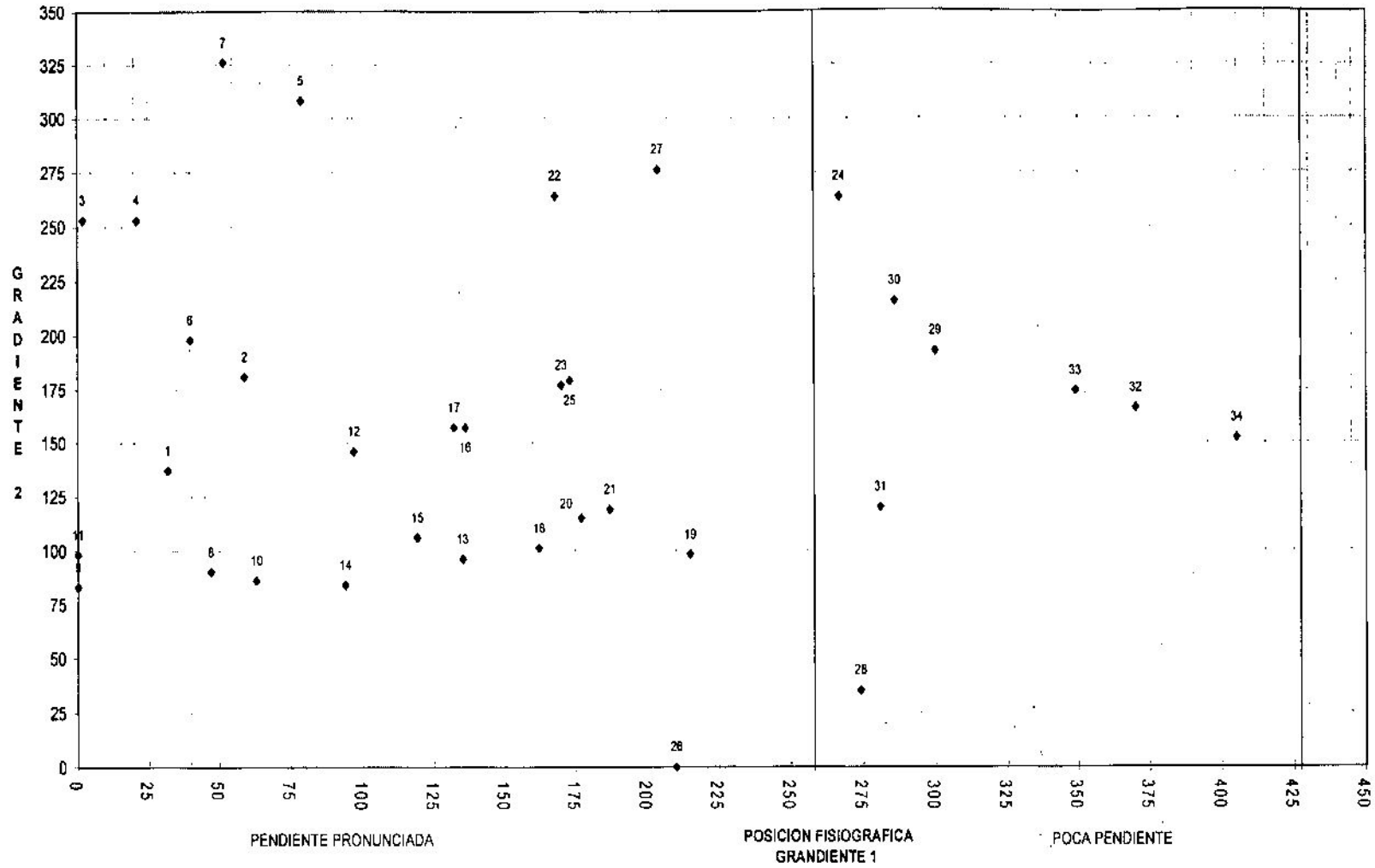


Figura 5. Explicación del primer gradiente de ordenación de parcelas en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

Fuente: Datos del Autor

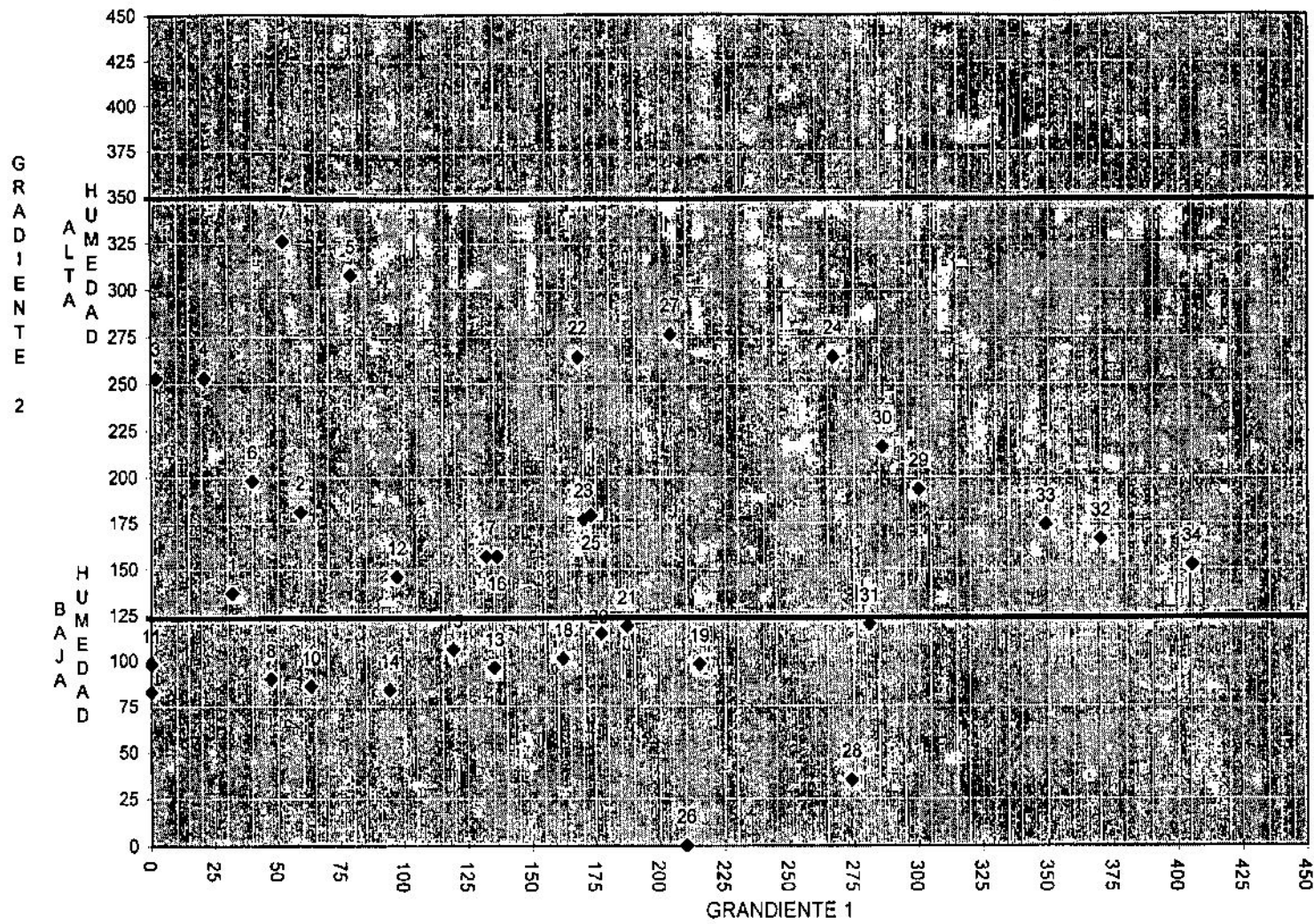


Figura 6 Explicación del segundo gradiente de ordenación de parcelas en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal

Fuente: Datos del Autor

### 6.3.6 Afinidad de las comunidades de calahuala con las otras especies encontradas en las parcelas de muestreo

Haciendo uso del programa decorana; se procedió a la ordenación de las especies vegetales encontradas en cada una de las parcelas donde se encontró Calahuala.

En la figura 7, se puede observar al grupo de las Calahuales, tres especies encontradas en la cuenca estudiada y por lo tanto su ubicación y asocio con las demás especies vegetales, obedece a dos tipos de gradientes, los cuales son: para el primero posición fisiográfica y el segundo gradiente obedece a la ordenación de humedad. Por lo tanto, del ploteo de puntos dentro de nuestro plano obtenemos los siguientes asocios:

Las especies *Rollinia jimenezzii*, *Heliocarpus mexicanus*, *Cecropia peltata*, así como *Karwinskia humboltiana* y *Spondias Bombin*, presentan una relación de asocio con *B. donnell-smithii*; especie encontrada en el 85% de parcelas establecidas en la cuenca, obedeciendo a un gradiente de pendiente pronunciada mayor al 12%, siendo indiferente al gradiente humedad.

Para las especies *Polypodium triseriale* y *Goniophlebium fraxinifolium* conocidas como calahuales, encontramos que las asociaciones con las demás especies obedece a un gradiente de poca pendiente de 0 a 12% (10), así como al gradiente de alta humedad, asociándose de forma directa con *Cordia diversifolia*, *Crysophilla argentea* y demás especies que se ubican en dicha posición fisiográfica.

## 6.4 Determinación del coeficiente de Comunidad de Jaccard para las comunidades vegetales establecidas a diferentes niveles altitudinales dentro de la cuenca del río Las Escobas.

### 6.4.1 Coeficiente de comunidad de Jaccard para la especie *B. donnell-smithii*

Para lo cual se hizo una comparación entre parcelas de las comunidades vegetales establecidas en los estratos de 0 a 600 msnm.

En el cuadro 2 de anexos, se puede observar la comparación entre parcelas a diferentes niveles altitudinales obteniendo como resultado los coeficientes de comunidad de Jaccard; de la comparación entre parcelas en los diferentes estratos en que se establecieron, se puede apreciar que dichos coeficientes están por debajo del 70% lo cual nos indica que no existe similaridad entre las comunidades vegetales establecidas en cada uno de los niveles altitudinales, con lo cual se establece que la especie *B. donnell-smithii* se desarrolla bajo un estrato arbóreo conformado por una diversidad de especies.

### 6.4.2 Coeficiente de comunidad para las especies *P. triseriale* y *G. fraxinifolium*

Se realizó una comparación entre parcelas de las comunidades vegetales, las cuales se establecieron en los estratos de 700 a 900 msnm. En el cuadro 3 de anexos, se puede apreciar que el coeficiente de

comunidad está por debajo del 70%; lo cual nos indica que no existe similitud entre las dos comunidades vegetales establecidas en este estrato, para cada una de las especies en mención. Con lo cual se determina que estas dos especies se desarrollan bajo un estrato arbóreo conformado por una diversidad de especies.

De acuerdo con Fión (10), la composición florística de la vegetación dentro de la cuenca presenta una alta diversidad variando con respecto a la altura.

### 6.5 Datos Climáticos

Los resultados climáticos obtenidos fueron en precipitación pluvial anual se reportaron 3,228 mm. anuales. La temperatura media se estableció en 24 grados centígrados, reportados en la cuenca del río Las Escobas.

### 6.6 Análisis de suelo

Debido a que no existen recursos económicos que sufragen los gastos de análisis de laboratorio y que se estableció un gran número de parcelas (34) donde se encuentra desarrollando las plantas de calahuala, no fue posible tomar todas estas muestras por lo cual las muestras se tomaron en las siguientes alturas: 125 y 550 msnm. para la especie *Bolbitis donnell-smithi*, y 750 msnm. para la especie *Polyodium triseriale* y a 835 msnm. para *Goniophlebium fraxinifolium*. En el Cuadro 9 se muestra los resultados del análisis de las muestras de suelo recolectadas en las parcelas de muestreo que se establecieron dentro de la cuenca del río Las Escobas.

**Cuadro 9. Resultados de laboratorio realizado a las muestras de suelo recolectado en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla.**

Identificación	Ph	Mg/kg		Cm(+)Kg-l		Mg/kg				% M.O.	msnm
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn		
1	6.4	1.44	63	14.98	6.01	0.50	4.5	4.00	51.00	11.13	125
2	6.0	2.82	58	5.93	1.44	0.50	2.5	8.00	58.00	5.16	550
3	4.4	7.96	58	1.56	0.82	0.50	1.5	67.00	4.50	7.42	750
4	5.8	5.63	70	10.30	2.21	0.50	6.5	14.00	38.00	9.04	835

Fuente: Laboratorio de suelos, FAUSAC.

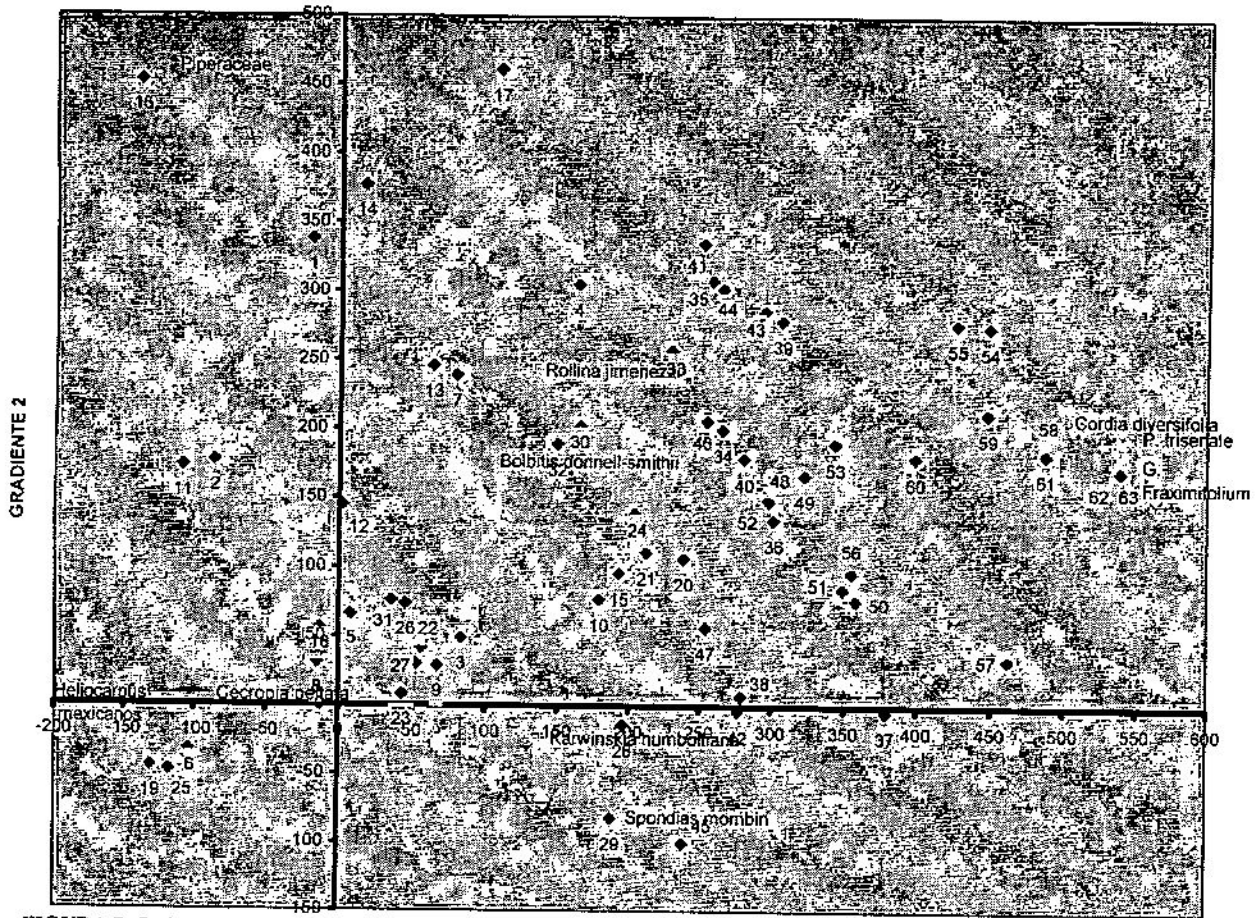


FIGURA 7. Ordenación de especies y su asocio con la comunidad de Calahuala en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

GRADIENTE 1

Fuente: Datos del Autor

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



### 6.6.1 Valor de pH

Este parámetro no tiene un solo rango óptimo, puesto que cada especie agrícola tiene un diferente requerimiento; sin embargo, en términos generales podría estimarse que la mayoría de especies agrícolas se adaptan a pH entre 5.5 a 7.0. En el caso de la especie *Phlebodium aureum*, conocida popularmente como calahuala se adapta a rangos de pH que van de 5.5 a 7.0 (25).

De acuerdo a los valores reportados por el laboratorio, y a la clasificación de Jones y Wolf modificado 1984, los suelos corresponden a:

#### a. Descripción de pH en las parcelas establecidas en la cuenca del río Las Escobas.

Identificación	pH	Clasificación
1	6.4	Ligeramente ácido (6.1 a 6.5)
2	6.0	Acido (5.6 a 6.0 )
3	4.4	Muy ácido (menor a 5.5)
4	5.8	Acido (5.6 a 6.0)

Fuente: Laboratorio de suelos. FAUSAC.

Como puede observarse en el análisis de suelos los rangos van de ligeramente ácidos a muy ácidos, en el caso de la especie *Bolbitis donnell-smithii* se encuentra desarrollándose en suelos que van de ligeramente ácidos (6.4) a suelos ácidos (6.0); para *Polypodium triseriale* el rango de pH registrado es de (4.4), lo que corresponde según la clasificación hecha como un suelo muy ácido; en el caso de *Goniophlebium fraxinifolium* se reporta como un suelo ácido (5.8). Con los valores de pH que se registraron para las tres especies de calahuala podemos observar que dichas especies prefieren suelos ácidos lo cual corresponde al tipo de bosques tropical húmedo en el cual se desarrollan.

### 6.6.2 Descripción del elemento Fósforo (P)

Los niveles críticos dependen de la Metodología de Extracción. La Facultad de Agronomía utiliza Carolina del Norte. Con esta solución extractora los niveles críticos son:

Granos básicos: 7 mg/kg.

Hortalizas: 12 mg/kg.

De acuerdo a los resultados de las muestras analizadas, a excepción de la muestra 3 (7.96 mg/kg) todas presentan alta deficiencia de este elemento.

### 6.6.3 Descripción del elemento Potasio ( K )

Para este elemento el nivel crítico se ha establecido en 100 mg/kg., por lo tanto, todas las muestras analizadas indican que estos suelos presentan deficiencias de este elemento.

### 6.6.4 Descripción de los elementos menores Calcio (Ca) y Manganeso (Mg):

Se considera que un suelo tiene cantidades adecuadas de calcio cuando éste se presenta en un rango de 4 a 10 Cm Kg-1., con un óptimo de 8 Cm Kg-1. De magnesio, cuando el mismo se establece que está presente en un rango de 1 a 3 Cm Kg-1. En adición a lo anterior, debe tomarse en cuenta la relación entre ambos elementos y con respecto al potasio.

Ca/Mg debe estar en un óptimo de 4/1 con rango de variación aceptable de 2/1 a 6/1. Mg/K, se debe presentar en 8/1 con rango de 4/1 a 10/1; la relación (Ca+Mg)/K en 16/1 con un rango de 13/1 a 19/1. Valores menores a las cifras proporcionadas implican la necesidad de aplicar el elemento que se encuentra como dividendo y valores mayores a los anotados implican la necesidad de aplicar el elemento que actúa como divisor en la relación.

### b. Análisis de suelo para los elementos menores calcio (Ca) y manganeso (Mg)

Identificación	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
1	63	14.98	6.01	2.5	11.6	59.2
2	58	5.93	1.44	4.1	3.1	23.5
3	58	1.56	0.82	1.9	1.7	7.1
4	70	10.3	2.21	4.7	3.8	33.3

Fuente: Laboratorio de suelos, FAUSAC.

De acuerdo a lo mencionado con anterioridad, la muestra 1 presenta alto Ca, caso contrario sucede con la muestra 3 donde el Ca es deficiente (esto se refleja también en el bajo pH de la misma). Las muestras 2 y 4 pueden considerarse con niveles adecuados de Ca; situación similar se observa en el caso del magnesio.

La relación Ca/Mg está dentro del rango permitido, a excepción de la muestra 3 donde ambos elementos están en niveles bajos.

La relación Mg/K indica que para el suelo de la muestra 1 es necesario aplicar potasio. En el resto de muestras debe tomarse en cuenta que el potasio es deficiente y, además, en la muestra 3 el Mg es deficiente.

En la relación (Ca+Mg)/K los valores reflejan el déficit de potasio en las muestras 1, 2 y 4. En la muestra 3 esto no se refleja porque los valores de Ca y Mg son bajos.

### 6.6.5 Descripción de los microelementos cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn)

De acuerdo a los niveles reportados por Ankerman y Large como adecuados (Cobre 0.8 a 2.5 mg/Kg), Zinc (3 a 8 mg/Kg.), Hierro (10 a 25 mg/kg.), Manganeso (14 a 50 mg/Kg.) se observa:

#### C. Análisis de Microelementos:

Identificación	Cu	Zn	Fe	Mn
1	Bajo	Adecuado	Bajo	Alto
2	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
3	Bajo	Bajo	Alto	Bajo
4	Bajo	Adecuado	Adecuado	Adecuado

Fuente: Laboratorio de suelos, FAUSAC.

Las muestras 1 a 4 se encontraron bajas en Cu; en tanto que el Zn se encontró adecuado en la muestra 1 y 4 pero bajo en la muestra 2 y 3; el Fe está bajo en la muestra 1 y 2 pero la muestra 3 está alto, para la muestra 4 está adecuado; El Mn se encontró bajo en las muestras 3 y adecuado en la muestra 4 mientras que para la muestra 1 y 2 está alto. De los cuatro microelementos que se analizaron en las muestras de suelo podemos ver que solamente el Zn, Fe y Mn, se encuentran presentes ya sea en forma minimizada o en una forma adecuada, en cuanto al Cu se encontró en bajas concentraciones lo cual nos indica que para las especies de calahuala no es necesario el aporte de este micro elemento.

### 6.6.6 Materia orgánica

De acuerdo a la clasificación de Vásquez (30), todos los suelos son extremadamente ricos en materia orgánica (mayor del 5%). Lo cual nos indica que las especies conocidas como Calahuales, que se desarrollan dentro de la cuenca del río las escobas, prefieren suelos ácidos, con baja fertilidad, pero con un alto contenido de materia orgánica.

## 6.7 CARACTERIZACION DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

### 6.7.1 Características cualitativas que influyen en la variabilidad morfológica de la especie *B. Donnell-smithii*

La especie *B. donnell-smithii* se ubica en los rangos altitudinales 0 – 600 msnm y presenta muy pocas

diferencias entre las poblaciones encontradas a diferentes estratos, de un total de 20 variables solamente en tres presentaron diferencias siendo éstas: aspectos de la superficie del pecíolo, color del pecíolo; presencia de escamas en el rizoma, tal como se observa en el cuadro 10. Cuantificándose a través de porcentaje y estableciendo variables discriminantes dentro de las especies utilizando la moda y frecuencia.

#### **6.7.2 Aspecto de la superficie del pecíolo**

De las especies de calahuala caracterizadas se logró determinar que el 50% de la población presenta el pecíolo glabro, encontrándose dicha característica en aquellas plantas localizadas en alturas comprendidas de los 100 a 400 msnm; mientras que para la característica superficie del pecíolo pubescente se manifestó a diferentes rangos altitudinales sin presentar mayor discriminación.

#### **6.7.3 Color del pecíolo:**

Para la determinación del color del pecíolo se estableció que el color verde se encontró en el 66.67% de las especies; mientras que el verde pajizo ocupó solamente un 33.33% y la coloración corinto no se presentó. Por lo tanto la moda estuvo definida por el color verde.

#### **6.7.4 Rizoma**

Dentro de las características del rizoma determinados para *B. donnell-smithii* tenemos: 1. cubierto de escamas y 2. sin escamas; lográndose determinar que las plantas encontradas de 0 a 500 msnm presentan el rizoma cubierto de escamas presentándose en un 60% de la población mientras que la segunda característica se encontró solamente en especies localizadas de 500 a 600 msnm en un 40%; por lo cual la moda se establece para la característica, rizoma cubierto de escamas, para aquellas que se desarrollan en los niveles altitudinales mencionados.

#### **6.7.5 Características morfológicas cualitativas que no presentan diferencias en la especie *B. donnell-smithii***

De un total de 20 variables 17 presentaron similaridad y se presentan en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Descripción de las 17 variables similares para el genero *B. donnell-smithii* encontrado en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla.**

No.	Característica	Descripción
1	Hábito	Terrestre
2	Dimorfismo en la fronda	Sí
3	Tipo de lámina	Pinnada
4	Aspecto de la superficie de la lámina	Glabra
5	Nervaduras	Bifurcadas
6	Peciolo	Peciolada
7	Rizoma	compacto y subrecto
8	Rizoma (escamas)	Escamoso
9	Tipo de escamas del rizoma	escamas clatradas
10	Disposición de las escamas	Filiformes
11	Color de las escamas	7.5 YR, 3/5 anaranjado claro
12	forma de los soros	Redondos
13	Localización de los soros	Superficiales
14	Indusio	Ausente
15	Parafisos	Ausente
16	Esporangios	Desnudos
17	Esporas	Globosas

Fuente: Datos del Autor

Estas características son similares para las especies *B. donnell-smithii* encontradas a diferentes niveles altitudinales dentro de la cuenca del río Las Escobas. La reproducción o producción de esporangios ocurre en las hojas especializadas conocidas como esporofilos, durante los meses de marzo a junio, en todas las poblaciones de la cuenca. Figura 2 de anexos.

#### 6.7.6 Características morfológicas cuantitativas que inciden sobre la especie *B. donnell-smithii*

Se estableció un total de 10 características cuantitativas, cuadro 1 de anexo; las cuales quedaron de la siguiente forma: La densidad estuvo definida por el número de individuos por metro cuadrado, oscilando esta de 3 a 9 plantas/mt<sup>2</sup>, determinándose mayores densidades a mayor nivel altitudinal; el largo de fronda oscilo de 70 a 125 cm. Siendo directamente proporcional al ancho de fronda, encontrándose los mayores valores para las especies localizadas a mayor altura sobre el nivel del mar.

Para el caso del rizoma se presentaron las mayores longitudes para los 400 y 500 msnm, (212 y 322 cm.) respectivamente. Mientras que los diámetros máximos oscilaron en 20 y 28 mm. Para las alturas sobre el nivel del mar de 152 mts. y 259 mts.

La densidad de las escamas se determino por centímetro<sup>2</sup>, oscilando en 68 a 108 escamas/cm<sup>2</sup> observándose que no existe ninguna relación para con la longitud de las mismas las cuales oscilan de 7 a 13 mm, de largo.

### 6.8 Características morfológicas cualitativas de la especie *P. triseriale* y *G. fraxinifolium*

Estas dos especies presentaron similaridad en cuanto a sus características morfológicas y fueron encontradas en las mayores alturas que presentó la cuenca (700 a 900 msnm). La especie *P. triseriale* no presentó diferencias en las dos poblaciones encontradas en los estratos altitudinales de 786 a 852 msnm. Lo mismo ocurrió para la especie *G. fraxinifolium* localizadas en alturas similares sobre el nivel del mar. En el cuadro 11 se presenta las características morfológicas cualitativas relevantes para estas dos especies.

No existieron diferencias en cuanto a características morfológicas cualitativas presentadas en el cuadro anterior.

Una característica importante para la determinación de estas dos especies lo representa la posición de los soros sobre las frondas, en la cual *P. triseriale* presenta 3 filas de soros; mientras que *G. fraxinifolium* presenta dos filas de soros sobre la fronda reproductora, esto ocurre durante los meses de julio a octubre para el caso de estas dos especies, Figuras 3 A y 4 A.

#### 6.8.2 Características morfológicas cuantitativas de la especie *P. triseriale* y *G. fraxinifolium*

De acuerdo al descriptor que se realizó (Figura 1 de anexos), las características cuantitativas forman un número de 10 y de las cuales podemos destacar lo siguiente en *P. triseriale*, la densidad media observada fue de 4 plantas/m<sup>2</sup>; la altura a la cual se encontró esta especie es de los 786 a 852 msnm; la longitud de frondas se estableció de 24 a 21 cm. Con un ancho de 10; en el caso del pecíolo presentó una longitud media de 6 cm; en tanto que el rizoma se manifestó con una longitud promedio máxima de 42 cm; el número de nudos presentes en el rizoma vario en promedio de 3 a 4 nudos/cm<sup>2</sup>; el diámetro del rizoma fue de 17 mm; las escamas presentaron una densidad media máxima de 42 escamas por cm<sup>2</sup> y una longitud de 12 cm.

Para *G. fraxinifolium* se encontró con densidades de 6 plantas/m<sup>2</sup> a alturas de 715 a 852 msnm; las frondas presentan una longitud máxima de 20 cm. y el ancho de 9 cm; el pecíolo se manifestó con longitud de 7 cm; en cuanto al rizoma presentó una longitud media de 45 cm; mientras que el número de nudos en el rizoma por centímetro cuadrado es de 2; el diámetro del rizoma se presentó en 14 mm; la densidad media en

cuanto a escamas es de 38 escamas/cm<sup>2</sup>, con una longitud de 12 mm. Se observa que la especie encontrada a la altura de los 715 msnm presento los valores promediados mas altos que la encontrada sobre los 852 msnm.

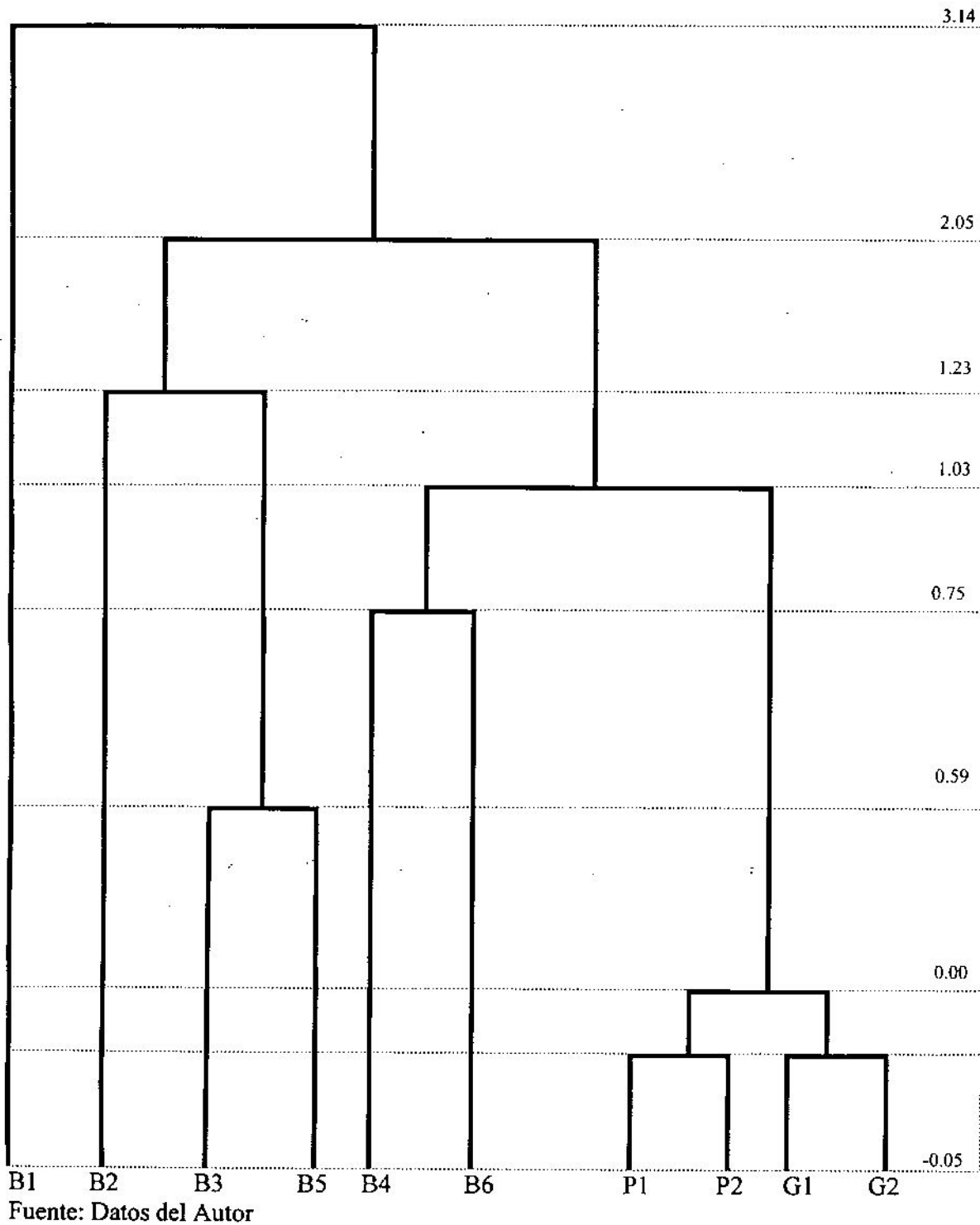
**Cuadro 11.** Descripción de las variables que presentan similitud para las especies *P. triseriale* y *G. fraxinifolium* encontradas en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

No.	CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
1	Hábito	Epifita
2	<b>FRONDA</b>	
2.1	Dimorfismo	No
2.2	Tipo de lámina	Pinada
2.3	Aspecto de la superficie de la lámina	Glabra
2.4	Nervaduras	Bifurcadas
3.	<b>PECIOLO</b>	
3.1	Aspecto de la superficie	Glabro
4	<b>RIZOMA</b>	
4.1	Tipo	Rastrero
4.2	Color de las escamas	Anaranjado-oscuro
4.3	Escamas clatradas	Sí
4.4	Disposición de las escamas	Filiformes
5	<b>SOROS</b>	
5.1	Forma	Redondos
5.2	Localización	Superficiales
5.3	Lugar de nacimiento	Esporofilo de forma libre
5.4	Indusio	Ausente
5.5	Parafisos	Ausentes
6	Esporangios	Desnudos
7	<b>ESPORAS</b>	Globosas

Fuente: Datos del Autor

#### 6.9 Análisis de grupos de las especies *B. donnell smithii*, *P. triseriale* y *G. fraxinifolium*

Para el estudio del de similitud morfológica se utilizo los datos de la caracterización de cada muestra, a través de una matriz sometida a un análisis multivariado de grupos por el concepto de similitud por distancia, obteniéndose un dendrograma el cual se presenta en la figura 7, y se describen para cada una de las especies en la siguiente forma: (B = *Bolbitis donnell smithii*; P = *Polypodium triseriale* y G = *Goniophlebium fraxinifolium*)



**Figura 8. Dendrograma de especies de calahuala, encontradas en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.**



y un número correlativo el cual nos indica la secuencia bajo la cual se encontraron las especies en cada nivel altitudinal dentro de la cuenca.

Así encontramos un amplio grupo constituido por las especies B2, B3, B5, B4, B6, P1, G1, P2, G2; y por ultimo encontramos una OTU relativamente aislada de las demás especies B1.

Dentro del amplio grupo vemos la formación de un subgrupo compuesto por las especies *P. triseriale* y *G. fraxinifolium* (P1, P2; G1, G2); los cuales presentan una distancia de cero con lo cual nos indica que es el grupo que presenta una máxima similitud entre las poblaciones encontradas para cada una de estas especies en cuanto a características morfológicas.

Luego a una distancia de 0.59 encontramos la unión del primer subgrupo integrado por poblaciones de la especie *B. donnell-smithii* B3 y B5; en el cual este grupo presenta diferencias para con los demás debido a que el rizoma esta cubierto de escamas, dicha población se localizo en alturas de 259 a 470 msnm.

El segundo subgrupo lo encontramos a una distancia de 0.75 unidades en la escala y esta conformado por las poblaciones localizadas en los estratos de 400 a 500 msnm. y de 600 a 700 msnm respectivamente B4 y B6, separándose de los demás por la característica rizoma sin escamas, definiéndose a esta escala el grado de similitud de acuerdo con los vínculos que establecieron con la característica establecida entre ellos.

Con un distanciamiento de 1.03 encontramos la unión de 2 subgrupos el primero constituido por las especies P1, P2, G1, G2 y el segundo formado por B4, B6 formando el primer gran núcleo dentro de un amplio grupo.

Así también encontramos la unión del subconjunto formado por las especies B3, B5, uniéndose a una escala de similitud de 1.23 con la OTU aislada la cual esta representada por la especie B2 *B. Donnell-smithii*

Luego encontramos que todos estos subgrupos presentan su similaridad a una escala de 2.05 formando de esta manera el amplio grupo de las especies caracterizadas dentro de la cuenca.

En forma aislada encontramos un segundo grupo formado por la especie B1, *B. donnell-smithii*, encontrándose a un grado de similitud mas bajo correspondiendo al nivel en el cual la totalidad de las 10 observaciones formaran un solo conglomerado, registrándose a una distancia de 3.14 unidades.

Debido a la técnica de análisis de tipo jerárquico, se define que en la medida en que los valores de distancia que corresponden a cada subconjunto se alejan del origen, se reduce el grado de similitud entre las observaciones que los constituyen.

#### 6.10 Conservación en campo de las especies del complejo calahuala

Con el material vegetal vivo recolectado se hizo una colección con las tres especies de calahuala existente para lo cual se preparó un terreno de 5 x 5 mts., en el cual se estableció la especie *Bolbitis donnell-smithii*, estableciendo todas las condiciones bajo las cuales dicha especie se desarrolla a nivel del bosque,

tales como, sombra a través de colocar un saran, el cual proporciono un 50% de sombra; luego se establecieron las plantas extraídas del bosque, para lo cual se utilizo solo material joven el cual se identifica por poseer tallos delgados 0.5 cm. de grosor y 20 cm. de largo, los cuales se encuentran creciendo sobre el suelo húmedo, la siembra se realizo haciendo un zanjeado en el suelo de 2 cm. (profundidad que se observo en el bosque), luego se procedió a enterrar dichos rizomas, el distanciamiento que se utilizo fue de 1 mts. x 1 mts. (de acuerdo a lo observado en campo), estableciéndose un total de 25 plantas para lo cual también se sembraron postes vivos en cada planta que se sembró, esto por el hecho que la planta presenta un crecimiento rastrero lo cual ocurre en la etapa joven y postrado cuando se desarrolla y pasa a la etapa adulta.

Luego de establecidas las plantas se procedió a darles el respectivo manejo agronómico y observaciones de presencia de plagas y enfermedades o cualquier cambio fisiológico.

Los registros que se llevaron fueron los siguientes: Largo del rizoma, altura, días a producción de soros, forma de crecimiento. Se tomaban datos cada 15 días, a partir del establecimiento de las plantas en las parcelas (06-07-2000), hasta los ocho meses (07-03-01) tiempo que duro la toma de datos y observación, los resultados observados fueron los siguientes: largo del rizoma se estableció en 45 cm., manifestándose un crecimiento longitudinal de 25 cm., observándose un diámetro de 0.9 cm. lo cual nos indica que su grosor tuvo un aumento de 0.4 cm. el crecimiento se manifestó rastrero sin postrarse sobre los tutores. En cuanto a la producción de soros no manifestó presencia de estos, deduciendo que no presentaba un crecimiento fisiológico adecuado para la producción de los mismos, ya que a nivel que fue encontrado en el bosque, manifestaba rizomas y frondas bastante desarrolladas y su crecimiento era postrado.

Para las especies *Polypodium triseriale* Sw. y *Goniophlebium fraxinifolium* (Jacq) se establecieron conjuntamente en una parcela de 5 x 5 (25 mts<sup>2</sup>). La preparación del terreno se realizo de la siguiente forma, se colocó sobre la superficie del suelo una cubierta de materia orgánica compuesta por corteza de troncos, broza y cáscara de coco en descomposición, esto fue para brindarle las condiciones bajo las cuales se desarrolla en el bosque, luego se procedió a sombrear la parcela con sarán, al 50% de sombra, después se establecieron las plantas extraídas del bosque, los distanciamientos de siembra que se utilizaron fueron de 1 x 1 mts. quedando distribuidos 2 surcos, 2 para cada especie y 6 plantas por surco totalizando 12 plantas, dentro de las parcelas ya preparadas, las plantas presentaban las siguientes dimensiones: *Polypodium triseriale* Sw. largo medio del rizoma 8.5 cm. Diámetro medio 0.4 cm., así también se estableció un número promedio de 3 frondas por planta. Luego de 7 meses tiempo que duró la toma de datos (06-07-00 a 07-02-01), se observó que los rizomas promediaban 12.5 cm. de largo tomando un crecimiento de 4 cm. más de los que poseía cuando se establecieron, el diámetro medio fue de 0.6 cm. se registró una media de 7 frondas por planta, esta especie presenta poco follaje, manifestándose en poca presencia de frondas.

En el caso de *Goniophlebium fraxinifolium* (Jacq) Moore, se estableció plantas cuyo largo promediaban 9.20 cm., con un diámetro promedio 4.0 cm., el número promedio de frondas fue de 5 frondas por planta. Luego de 7 meses que fue el tiempo que duro la toma de datos se observo un crecimiento longitudinal de 11 cm. creciendo 1.80 cm. mas del largo que promediaban y promediando un diámetro de 6.0 cm., promediando un total de 6 frondas por planta. El crecimiento de frondas en esta especie es limitado según lo observado.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Dentro de la comunidad vegetal estudiada se determinaron 63 especies pertenecientes a 41 familias, de las cuales, las que presentaron mayor abundancia son: Sapotaceae, Moraceae, Euphorbiaceae y Meliaceae; así también los coeficientes de comunidad determinados nos indican que la composición florística de la vegetación dentro de la cuenca presenta una alta diversidad la cual varía con respecto a la altura.
- 7.2 En la cuenca del río Las Escobas se logró determinar la presencia de tres especies de helechos *Bolbitis donnell-smithii*, *Polipodium triseriale* y *Goniophlebium fraxinifolium*; conocidas por las poblaciones humanas como Calahualas y de los cuáles son utilizados los rizomas principalmente con fines medicinales.
- 7.3 La especie *Bolbitis donnell-smithii*, se distribuye de los 0 a 600 metros sobre el nivel del mar; y de acuerdo a la caracterización que se realizó presenta cuatro grupos poblacionales separados por la variabilidad morfológica existente, principalmente por características encontradas en el pecíolo y rizoma.
- 7.4 La especie *P. triseriale*, se desarrolla en altitudes de 700 a 900 metros sobre el nivel del mar y de acuerdo a la caracterización que se hizo no presenta diferencias morfológicas entre las poblaciones estudiadas en la cuenca y para fines de reproducción presenta tres filas de soros en las nervaduras centrales de sus frondas lo cual ocurre entre julio a octubre.
- 7.5 Para la especie *G. fraxinifolium* no se encontró diferencias morfológicas entre las poblaciones estudiadas en la cuenca y presenta dos filas de soros sobre las nervaduras centrales de las frondas entre julio a octubre.
- 7.6 De acuerdo al análisis de suelos que se realizó a las muestras, se determinó que estos presentan una baja fertilidad pero con un alto contenido de materia orgánica producto de las condiciones ambientales que prevalecen en dicha cuenca.

## 8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Debido a la riqueza existente en las comunidades vegetales de la cuenca se hace necesario continuar con estudios de dicha índole, para el buen manejo y la conservación principalmente por la existencia de grupos taxonómicos de especial interés para su investigación; principalmente Myrtaceae, Gutiferae y Lauraceae, por presentar usos como productoras de madera y alimenticia.
- 8.2 Realizar investigaciones sobre estudios fitoquímicos a las tres especies de calaguala encontradas dentro de la cuenca, debido a que los pobladores las utilizan como medicinales para problemas gástricos, infecciones de la piel y problemas renales; así también dos de estas especies se reportan en la literatura como plantas de uso medicinal en el área de la costa atlántica de Honduras.
- 8.3 Desarrollar estudios sobre la flora útil y en especial de uso medicinal existente dentro de la cuenca del río las Escobas, ya que por ser una de las pocas áreas con vegetación boscosa, cercana y de fácil acceso a los pobladores de las ciudades de Santo Tomas de Castilla y Puerto Barrios; es objeto de depredación, con lo cual se provoca el deterioro y perdida de especies de alto valor medicinal.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Acuña, L; Rivera, G. 1990. Plantas tintóreas y otros colorantes de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, Editorial Técnica de Costa Rica. 143 p.
2. Caballer, V; Girón, L. 1992. Informes de los talleres de asesoría del sector plantas medicinales y hierbas en la región. Guatemala, ASOEXPRO. 120 p. (RLA/75/12 CC-CEE-ASOEXPRO).
3. Cáceres, A. 1996. Plantas medicinales en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria. 412 p.
4. Cáceres, A; Girón, L; Freire, V. 1990. Plantas de uso medicinal en Guatemala detección etnobotánica y bibliográfica. Revista Ciencia y Tecnología 9:55-77.
5. Congreso de la Republica, GT. 1990. Ley de áreas protegidas y su reglamento, decreto 4-89 y acuerdo gubernativo 759-90. Guatemala, Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 68 p.
6. Crisci, VJ; Lopez Armenjol, MF. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washignton, US, OEA. 132 p.
7. Daubenmire, RR. 1998. Ecología vegetal: tratado de autoecología de plantas. Trad. por Javier Valdez Gutiérrez. 3 ed. México, LIMUSA. 125 p.
8. Diagnóstico administrativo a la secretaria ejecutiva de la reserva protectora de manantiales del cerro San Gil: ciclo administración de empresas (13., 1998, Guatemala). Editor Joel Avendaño. Guatemala, FUNDAECO. 125 p.
9. El-kassaby, AO; Sziklai, VJ. 1983. Effect of sample size on the precision of the estimate of allozyme frecuencies in a natural stand of Douglas-fir. Egypt. J. Genet. Cytol. 360 p.
10. Fion Morales, JA. 1993. Caracterización, diagnóstico y propuesta de plan de manejo de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 137 p.
11. Gupta, MR (Editor). 1995. Doscientas setenta plantas medicinales Iberoamericanas. Colombia, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Subprograma de Química Fina Farmacéutica. 617 p.
12. \_\_\_\_\_. 1996. Industrialización y legislación de productos farmacéuticos en Iberoamerica. In Seminario taller de plantas medicinales (1996, GT). El cultivo de plantas medicinales; una visión general de Guatemala. Editado por Martínez Arévalo, JV. Antigua Guatemala, Guatemala, CYTED. p. 57-59.
13. Harbone, JB; 1971. Distribution of flavonoides in the leguminosae in chemotaxonomy of the leguminosae. Ed. by Harbone JB, Boulter, DR, Turner BL. London, Academic Press. 72 p.
14. Harlan, JR. 1975. Crops and man. Madison, US, American Society of Agronomy Crop Science of America. 45 p.

15. Hornok, L. 1998. Cultivation and processing of medical plants. Chi Chester, US, John Wiley. 338 p.
16. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). s.f. Mapa de regiones fisiográficas. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color. (Atlas de la república de Guatemala).
17. Industrialización y legalización de productos fitofarmacéuticos en Iberoamérica (1996, Antigua Guatemala, Guatemala). Experiencias técnicas sobre plantas medicinales en Centroamérica. Editores Ocampo, R. y Villalobos, R. Antigua Guatemala, Guatemala, RIPROFITO. 65 p.
18. Jornada Iberoamericana de Agrotecnología de Plantas Medicinales (1., 2002, Guatemala). Antigua Guatemala, Guatemala, Centro Iberoamericano de Formación. 16 p.
19. León, J. 1992. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
20. Lot, A; Chiang, F. 1986. Manual de herbario: Pteridófitas. México, LIMUSA. 85 p.
21. Matteucci, S; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, US, OEA. 169 p. (Serie Biología. Monografía no. 22).
22. Ocampo, RA. 1994. Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 23 p.
23. Rayward, J; Villarubia, VG; Sada, G. 1993. Aspectos inmunológicos del extracto de *Polipodium leucatomos*. In Congreso internacional de respuesta biológica modificante. US, CYTED. 36 p.
24. Rosito Monzon, JC. 1999. Estudio florístico de la comunidad del cipresillo (*Taxus globosa* Schlecht.), en los cerros Pinalón, Guaxabajá y Mulujá en la sierra de Las Minas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 106 p.
25. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación Económica, GT). 1991. Análisis de recursos naturales para su integración: proyecto apoyo a la planificación del desarrollo regional. Guatemala, SEGEPLAN / PNUD. 123 p.
26. Simmons, CHS; Tárano JM; Pinto, JM. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
27. Stolze, RG. 1983. Ferns and fern allies of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 39.
28. Taller nacional de plantas medicinales (5., 1992, Coban, GT). Editado por Cáceres Armando. Cobán, Guatemala, CONAPLAMED. p. 3-8.
29. Taller: plantas útiles amenazadas de la cuenca del caribe (1994, Sto. Domingo, República Dominicana). Estado de conservación de la flora útil de Guatemala. Editado por Girón, L. y Cáceres, A. Santo Domingo, República Dominicana, RIPROFITO. 11 p.
30. Vásquez, A. 1996. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. 2 ed. México, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos. 29 p.



Bo. Rolando Barrios

## 10. APENDICE

## Cuadro 1 "A". DESCRIPTOR DE CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE PLANTAS DEL COMPLEJO CALAHUALA (Polypodiaceae)

LUGAR:

FECHA:

PARCELA:

CODIGO DE LA PLANTA:

## 1. HABITO:

1. Epífita \_\_\_\_\_ 2. Rupícola \_\_\_\_\_ 3. Terrestre \_\_\_\_\_

determinará si la planta crece sobre árboles, rocas o sobre la tierra.

## 2. FRONDAS

2.1 Longitud \_\_\_\_\_

Se medirá en centímetros, desde donde el pecíolo se articula con el Rizoma o con el filó podio hasta el ápice de la lámina, cada 15 días.

2.2 Ancho \_\_\_\_\_

Se medirá en centímetros, de borde a borde opuesto de la lámina, en su Parte media y cada 15 días.

2.3 Dimorfismo: 1. Si 2. No

Se determinará si existe una fronda fértil y una vegetativa y, de ser así, si tiene forma diferente.

2.4 Tipo de lámina: 1. Pinnada \_\_\_\_\_ 2. Pinatífida \_\_\_\_\_ 3. Pinnatisecta \_\_\_\_\_

4. Tripinnada \_\_\_\_\_ 5. Simple \_\_\_\_\_

2.5 Aspecto de la superficie de la lámina:

1. Glabra \_\_\_\_\_ 2. Pubescente \_\_\_\_\_ 3. Cubierta de escamas \_\_\_\_\_

2.6 Nervaduras:

1. Libres \_\_\_\_\_ 2. Bifurcadas \_\_\_\_\_ 3. Aureoladas \_\_\_\_\_



## 2.7 Pecíolo:

1. Pecioladas \_\_\_\_\_ 2. Sésiles \_\_\_\_\_ 3. Subsésiles \_\_\_\_\_

## 2.8 Longitud del pecíolo \_\_\_\_\_

Si la fronda es peciolada, se determinará cual es su longitud en Centímetros, desde la base de la lámina hasta el rizoma o en donde se articula con el filopodio, cada 15 días.

## 1.9 Aspecto de la superficie del pecíolo:

1. Glabro \_\_\_\_\_ 2. Pubescente \_\_\_\_\_ 3. Cubierto de escamas \_\_\_\_\_

## 2.10 Color del pecíolo:

1. Verde \_\_\_\_\_ 2. Verde pajizo \_\_\_\_\_ 3. Corinto \_\_\_\_\_

## 3. RIZOMA

## 3.1 Longitud \_\_\_\_\_

Se medirá en centímetros, en el eje más largo, cuando las frondas hayan completado su crecimiento.

## 3.2 Número de nudos (yemas) \_\_\_\_\_

Se contará el número de yemas o frondas que hay en determinada Longitud del rizoma, en el momento de realizar la medición anterior.

## 3.3 Diámetro del rizoma \_\_\_\_\_

Se expresará en milímetros y se medirá con un vernier. Se tomará del promedio de 10 diferentes observaciones, representativas de la Colonia estudiada, en el momento de realizar las anteriores mediciones.

3.4 1. Rastrero \_\_\_\_\_ 2. Compacto y subrecto \_\_\_\_\_

3.5 1. Cubierto de escamas \_\_\_\_\_ 2. Sin escamas \_\_\_\_\_

3.6 Si el rizoma está cubierto de escamas:

Escamas clatradas: 1. Sí \_\_\_\_\_ 2. No \_\_\_\_\_

3.7 Disposición de las escamas:

1. Esparcidas \_\_\_\_\_ 2. Filiformes \_\_\_\_\_ 3. Apresas y circulares \_\_\_\_\_

3.8 Densidad de escama \_\_\_\_\_

Se expresará en escamas por centímetro cuadrado.

3.9 Longitud de escamas \_\_\_\_\_

Se expresará en milímetros y se tomará del promedio de 10 diferentes observaciones.

3.10 Coloración de las escamas \_\_\_\_\_

Se determinará en laboratorio con el auxilio de la Escala Munsell

4. SOROS (DISCRETOS)

4.1 Forma:

1. Redondos \_\_\_\_\_ 2. Oblongos \_\_\_\_\_ 3. Elípticos \_\_\_\_\_

4.2 Localización:

1. Superficiales \_\_\_\_\_ 2. Profundamente incluidos en el tejido \_\_\_\_\_

4.3 Lugar de nacimiento:

1. En o muy cerca de la extremidad de venecillas \_\_\_\_\_

2. En la unión de dos venecillas incluidas \_\_\_\_\_

4.4 Indusio:

1. Ausente \_\_\_\_\_ 2. Presente \_\_\_\_\_

4.5 Parafisos:

1. Presentes \_\_\_\_\_ 2. Ausentes \_\_\_\_\_

Si presentes: filiformes \_\_\_\_\_ Circulares y peltados \_\_\_\_\_

5. ESPORANGIOS (escasamente pedicelados):

1. Desnudos \_\_\_\_\_ 2. Glandulares papilosos \_\_\_\_\_ 3. Setosos \_\_\_\_\_

6. ESPORAS

1. Monoletes \_\_\_\_\_ 2. Bilaterales \_\_\_\_\_ 3. Globosas \_\_\_\_\_ 4. Carentes de perineo \_\_\_\_\_

**Cuadro 2 "A" Coeficiente de comunidad de Jaccard obtenido de la comparación entre parcelas por estrato sobre el nivel del mar para la especie *B. donnell-smithii* en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla.**

**ESTRATO 0 - 100 MSNM**

parcelas comparadas	coeficiente de jaccard
I - II	0.60
I - III	0.35
II - III	0.40

**ESTRATO 100 - 200 MSNM**

parcelas comparadas	coeficiente de jaccard
I - II	0.46
I - III	0.38
I - IV	0.64
I - V	0.23
II - III	0.31
II - IV	0.70
II - V	0.26
III - IV	0.33
III - V	0.23
IV - V	0.11

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**ESTRATO 200 – 300 MSNM**

<b>parcelas comparadas</b>	<b>coeficiente de jaccard</b>
I – II	0.45
I – III	0.71
I – IV	0.39
II – III	0.36
II – IV	0.34
III – IV	0.34
II – V	0.44

**ESTRATO 300 – 400 MSNM**

<b>parcelas comparadas</b>	<b>coeficiente de jaccard</b>
I – II	0.50
I – III	0.58
I – IV	0.57
I – V	0.25
I – VI	0.43
II – III	0.57
II – IV	0.39
II – V	0.35
II – VI	0.45
III – IV	0.44
III – V	0.25
III – VI	0.33
IV – V	0.33
IV – VI	0.44
V – VI	0.25

## ESTRATO 400 - 500 MSNM

parcelas comparadas	coeficiente de jaccard
I - II	0.27
I - III	0.18
I - IV	0.07
I - V	0.15
I - VI	0.08
I - VII	0.05
I - VIII	0.27
II - III	0.13
II - IV	0.13
II - V	0.13
II - VI	0.0
II - VII	0.13
II - VIII	0.14
III - IV	0.0
III - V	0.1
III - VI	0.1
III - VII	0.0
III - VIII	0.1
IV - V	0.27
IV - VI	0.2
IV - VII	0.3
IV - VIII	0.0
V - VI	0.0
V - VII	0.2
V - VIII	0.0
VI - VII	0.15
VI - VIII	0.1
VII - VIII	0.15

**ESTRATO 500 – 600 MSNM**

<b>parcelas comparadas</b>	<b>coeficiente de comunidad de jaccard</b>
I – II	0.64
I – III	0.60
II – III	0.70

**Cuadro 3 de anexos, Coeficiente de comunidad de Jaccard obtenido de la comparación entre parcelas por estrato sobre el nivel del mar para las especies *P. triseriale* y *G. fraxinifolium* en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla.**

**ESTRATO 700 – 800 MSNM**

<b>parcelas comparadas</b>	<b>coeficiente de jaccard</b>
I – II	0.30

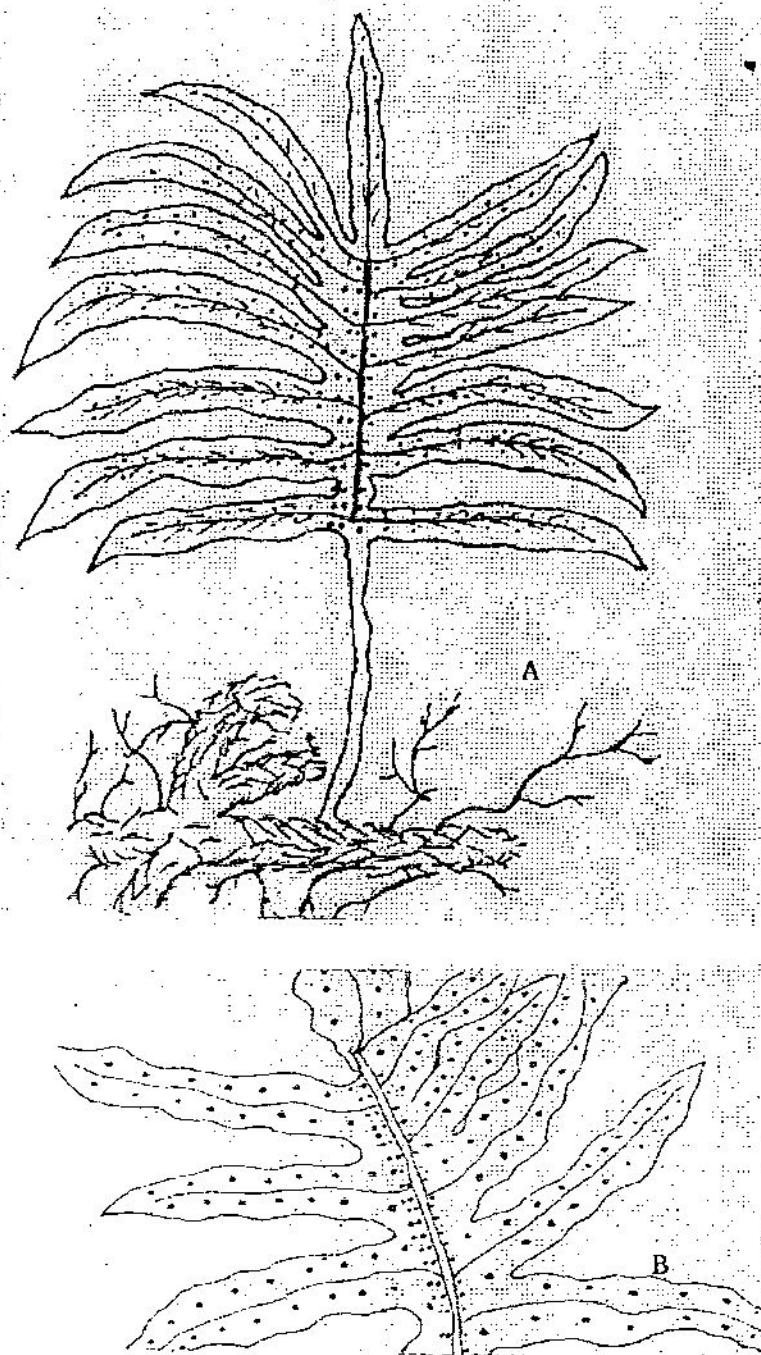


Fuente: El Autor.

Figura 2A. Descripción de la especie *Bolbitis donnell-smithii* (Christ) Ching, encontrada en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

(A) Planta completa

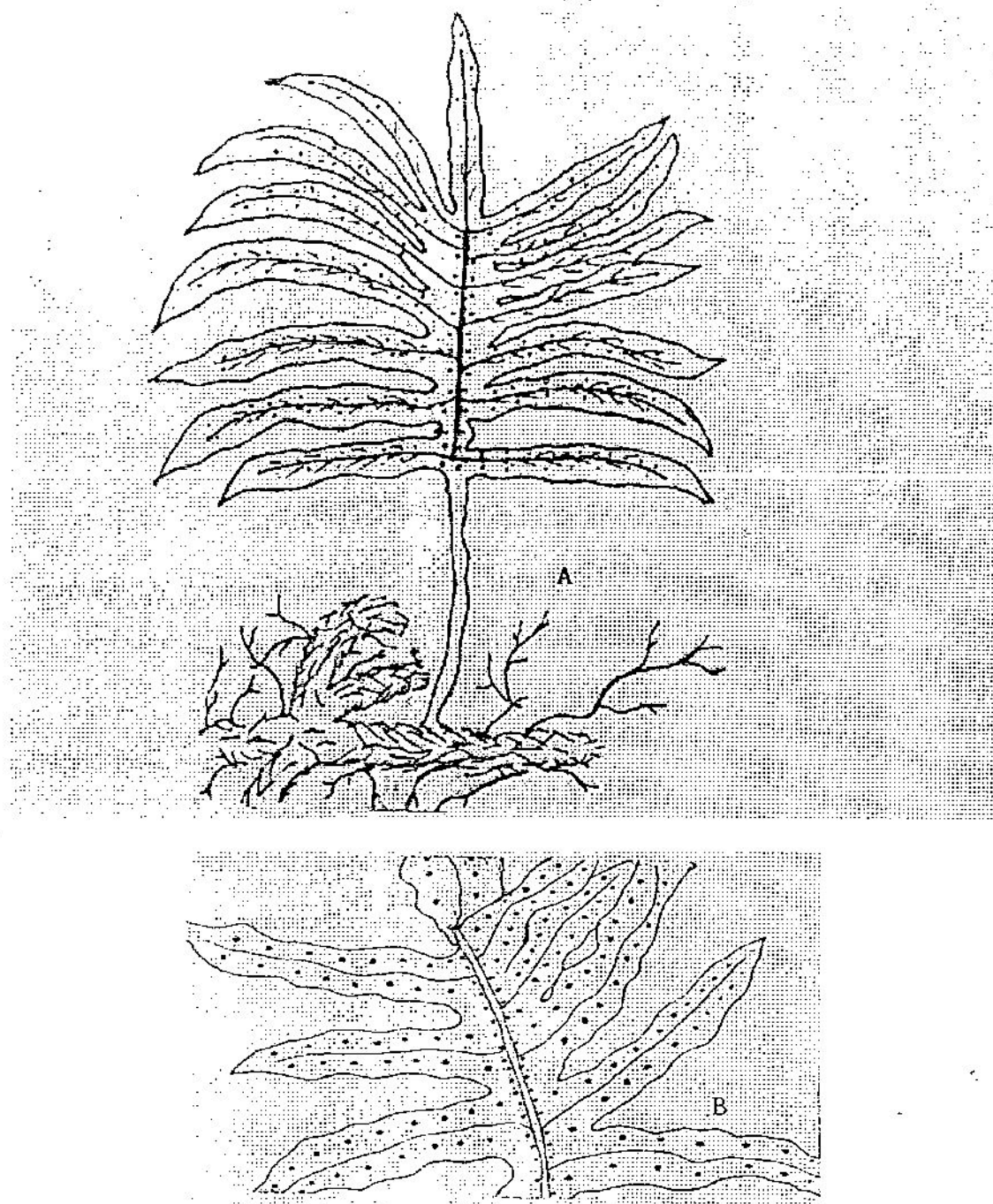
(B) Vista de los esporofilos



Fuente: El Autor.

Figura 3A. Descripción de la especie *Polipodium triseriale* Sw. J. encontrada en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.  
(A) Planta completa  
(B) Hoja mostrando sus tres filas de soros sobre el envés





Fuente: El Autor.

Figura 4A. Descripción de la especie *Goniophebum fraxinifolium (jacq) Moore* encontrada en la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

(A) Planta completa

(B) Hoja mostrando sus dos filas de soros sobre el envés



REF. Sem. 66/2004

FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL COMPLEJO CALAHUALA *Polypodiaceae* DE USO MEDICINAL EN LA CUENCA DEL RIO LAS ESCOBAS, SANTO TOMAS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE : DAX RONY GUERRA GARCIA

CARNE: 9014632

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES : Dr. César Augusto Azurdia Pérez  
Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte  
Ing. Agr. José Pablo Prado  
Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo  
A S E S O R

José Vicente Martínez Arévalo  
INGENIERO AGRONOMO  
Categoría 2

Dr. David Monterroso Sáenz  
DIRECCION DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

IMPRIMASE

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López  
DECANO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

AS/nm  
Archivo  
IIA  
Control Académico

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA. C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794  
e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>