



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA**



**Dirección General de Investigación**  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE (CUNSUROC)  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL SUR OCCIDENTE  
(IIDESO)



**INFORME FINAL PROYECTO:**  
**Búsqueda, colecta, caracterización y preservación de materiales de**  
**Ramón (*Brosimum alicastrum*) en la región Sur-Occidental de**  
**Guatemala.**

**David Alvarado G.**  
**Jorge R. Sosof V.**  
**Martín S. Sánchez C.**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA**



**Dirección General de Investigación**

**CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE (CUNSUROC)  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL SUR OCCIDENTE  
(IIDESO)**



**INFORME FINAL PROYECTO:**

Búsqueda, colecta, caracterización y preservación de materiales de Ramón  
(*Brosimum alicastrum*) en la región Sur-Occidental de Guatemala.

**Investigador: Ing. Agr. David Alvarado Güinac**  
**Coordinador del Proyecto: Ing. Agr. Jorge Rubén Sosof V.**  
**Coordinador IIDESO: Ing. Agr. Martín Salvador Sánchez C.**

Ubicación programática:  
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN  
EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE (**PUIRNA**)

Enero de 2,006 – Diciembre de 2,006.

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pag.
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
General .....	3
Específicos .....	3
<b>Hipótesis</b> .....	3
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	4
1. Origen .....	4
2. Clasificación Botánica .....	4
3. Morfología .....	4
4. Clave Dicotómica de identificación .....	6
5. La pérdida de la variabilidad genética .....	7
6. Los usos de los vegetales por los habitantes de las regiones .....	7
7. Recolección del material y exploración .....	8
8. Descriptores .....	8
9. Taxonomía Numérica .....	10
10. Preservación Genética .....	13
<b>METODOLOGÍA</b> .....	14
1. Para determinar las posiciones geográficas en donde se localizaron los árboles representativos de variabilidad genética .....	14
2. Para la determinación de los usos y forma de propagación que la población hace de los árboles de Ramón .....	14
3. La Caracterización morfológica .....	15
4. Para la determinación del método de propagación vegetal .....	16
5. Para el establecimiento de la colección viva en la granja CUNSUROC .....	18

<b>RESULTADOS Y DISCUSION.</b> . . . . .	19
1. Colecta de materiales de Ramón, en la zona Sur Occidental de Guatemala. . . . .	19
2. Determinar los usos de las partes vegetales y formas de propagación que los pobladores de la zona realizan a las plantas de Ramón. . . . .	24
3. Caracterización morfológica de Materiales Colectados. . . . .	25
4. Determinación del método de Propagación Vegetal más adecuado para la reproducción de los árboles de Ramón. . . . .	30
5. Establecimiento de una colección viva de los materiales de Ramón representativos de la variabilidad de la región. . . . .	35
<b>CONCLUSIONES.</b> . . . . .	36
<b>RECOMENDACIONES.</b> . . . . .	37
<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.</b> . . . . .	38
<b>ANEXOS.</b> . . . . .	40

## INDICE DE FIGURAS

Fig. No.	CONTENIDO	Pag.
1	Semilla del árbol de ramón ( <i>Brosimum alicastrum</i> )	2
2	Ramas de árbol de Ramón	5
3	Localización geográfica de los materiales de Ramón colectados en la zona Suroccidental de Guatemala. ....	21
4	Dendograma de 29 materiales de Ramón colectados en la zona sur occidental de Guatemala. ....	25
5	A) Forma de ápice de hoja, alargado y B) Forma de ápice de hoja, corto. ....	26
6	Distribución de 29 materiales de Ramón, según análisis de componentes principales. ....	29
7	Ensayo de porcentaje de germinación de cuatro materiales de Ramón. ....	31
8	Acodo aéreo de Ramón, presentando brote de raíces. ....	33
9	Acodo aéreo de Ramón, no funcional, sin brote de raíces. ....	33
10	Ubicación de las plantas de Ramón que conforman la colección establecida en la granja Zahorí, Cuyotenango Suchitepéquez. ....	35
11	Clasificación de formas de tocones, para especies maderables. ....	44

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	CONTENIDO	Pag.
1	Latitud, longitud, altura y procedencia de materiales de Ramón colectados. . . . .	19
2	Zonas de Vida, correspondiente para cada uno de los materiales colectados. . . . .	22
3	Características que aislaron al material Ba3R del grupo uno, formado en el Análisis Cluster	26
4	Valores propios y varianza acumulada de los dos componentes principales. . . . .	27
5	Lista parcial de los valores propios de los dos componentes principales del análisis en 29 materiales de Ramón colectados. . . . .	28
6	Resultados obtenidos para la variable porcentaje de germinación de los cuatro materiales de Ramón seleccionados. . . . .	30
7	Análisis de varianza, para la variable, porcentaje de germinación de los materiales de Ramón seleccionados. . . . .	30
8	Resultados obtenidos de la variable volumen de raíces, en enraizamiento de acodos aéreos, en Ramón. . . . .	32
9	Análisis de varianza, para la variable, variable volumen de raíces, en enraizamiento de acodos aéreos, en Ramón. . . . .	32
10	Resultados del porcentaje de enraizamiento de estacas de Ramón. . . . .	34
11	Matriz general de caracterización de árboles de Ramón. . . . .	41
12	Matriz básica utilizada para análisis de caracterización de árboles de Ramón. . . . .	42

---

## RESUMEN

Guatemala se encuentra ubicada dentro del área denominada Mesoamérica, considerada como un centro de origen vegetal, por lo que se considera que existe gran variedad de especies vegetales, que se encuentran distribuida en sistemas de producción agrícola campesinos, en la mayoría de casos una agricultura de subsistencia. En la costa Sur Occidental la erosión genética, producida por factores de origen social, económico y político (crecimiento de fronteras de cultivos extensivos como la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.), Hule (*Hevea brasiliensis*), entre otros, el árbol de Ramón se ve amenazado, con tendencia a extinguirse.

Por lo que los objetivos de esta investigación fueron, determinar los lugares (posición geográfica) en donde se encuentren árboles de Ramón, caracterizarlos morfológicamente y por medio de boletas de encuesta, determinar los usos que hace la población al árbol, las formas como los dueños de los árboles lo propagan, así mismo determinar el método de propagación vegetal que permita generar la forma técnica de poderlo reproducir. Además como objetivo final, establecer una colección viva de los árboles representativos de la región.

En la zona suroccidental de Guatemala se colectaron 29 materiales de Ramón. De los cuales, 12 fueron localizado en el departamento de Retalhuleu; ocho en Suchitepéquez; cuatro en la parte baja del departamento de Quetzaltenango y cinco en la parte baja del departamento de San Marcos.

El análisis cluster y de componentes principales determinó que el material Ba3R se expreso de forma diferente al resto, principalmente por presentar ápice de hoja ampliamente prominente y el perianto de flores estaminadas bien desarrollado.

El 100% de los materiales localizados han sido propagados naturalmente sin la intervención del hombre, el cual, actualmente aprovecha de forma alguna los árboles de Ramón. Por otra parte, se logro determinar que las semillas de Ramón poseen un alto porcentaje de germinación (de 95 a 100%), por lo contrario, las ramas de éste árbol no responden al enraizamiento de acodos aéreos ni estacas.

Por lo que principalmente se recomienda dar a conocer esta información a agricultores de la zona, para el aprovechamiento y preservación de los árboles de Ramón.

---

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de la población desconoce la utilización de la semilla del árbol de Ramón o Ojoche (*Brosimum alicastrum*) como comúnmente se le llama, que fue utilizado como complemento alimenticio de las civilizaciones precolombinas.

Considerando que no existe documentación actualizada de ésta especie en la zona, se considera relevante los datos de variabilidad que reporta ésta investigación.

Por otra parte la importancia de ésta investigación radica en la generación de información de los recursos fitogenéticos de la región, específicamente, la información agronómica de la planta así como la distribución de la especie de Ramón.

Además que con el establecimiento de una colección viva, se asegura la preservación de dicha variabilidad, para disponibilidad en posible explotación comercial.



Figura 1 Semilla del árbol de ramón (*Brosimum alicastrum*).  
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

---

## Objetivos:

### 1. General

Buscar, recolectar y preservar materiales de Ramón (*Brosimum alicastrum*) en la región Sur-Occidental de Guatemala.

### 2. Específicos

- 2.1 Determinar los lugares (posición geográfica) en donde se encuentran árboles de Ramón, representativos de la variabilidad genética de la región.
- 2.2 Determinar los usos de las partes vegetales y formas de propagación que los pobladores de la zona realizan a las plantas de Ramón.
- 2.3 Caracterización morfológica de materiales de Ramón colectados.
- 2.4 Determinar el método de propagación vegetal más adecuado para la reproducción de los materiales seleccionados.
- 2.5 Establecer una colección viva de los materiales representativos de la variabilidad de la región.

## Hipótesis:

- Ha:**
- Existe poca presencia de árboles de Ramón de la zona.
  - Más de un material responderá positivamente a un método de propagación.
-

---

## MARCO TEÓRICO

### 1. Origen

El árbol de Ramón es originario del norte de Sur América y mesoamérica, aunque según Pellicer (2,005), en Guatemala puede encontrarse en los departamentos de Escuintla, Guatemala, Retahuleu, Baja y Alta Verapaz, Huehuetenango, Quiché, Izabal y, sobre todo, en Petén.

En Guatemala éste árbol crece en zonas húmedas y cálidas, adaptándose a alturas de hasta mil metros sobre el nivel del mar, aunque lo más común es que se encuentre a una altura de 300 metros sobre el nivel del mar. (Aragón , 1990)

Se le conoce con varios nombres, como: ujushte, masico, tsutz ax, ax, mo, muju, talcoite, ux (en lengua maya), capomo (en Belice) o ajah (en Chiapas), en el departamento de El Petén (Guatemala) se le conoce como Ojoche. (Pellicer, 2,005)

### 2. Clasificación Botánica

Según el Instituto Nacional de Biodiversidad (1997) la clasificación botánica del Ramón es la siguiente:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Urticales
Familia	Moraceae
Género	Brosimum
Especie	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.

### 3. Morfología

Según Aragón (1990), la morfología del árbol de Ramón es la siguiente:

Tallo: Árbol de mediano a grande, desde 18 a 40 metros de alto, con fuste derecho de 1 a 1.5 metros de diámetro.

Corteza: En la parte externa es lisa o más frecuentemente escamosa, en piezas grandes y cuadradas de un color gris claro a gris pardo. La

---

parte interna es de color crema amarillento, fibrosa a granulosa, con abundante exudado lechoso, ligeramente dulce; grosor total de la corteza de 7 a 12 m.m.

Copa: Piramidal y densa.

Ramas: Ascendentes y luego colgantes; las jóvenes, a veces ovaladas, con cicatrices de estípulas caídas, verde grisáceas a glabras; numerosas lenticelas pequeñas, redondas, protuberantes y pardas.



Figura 2 Ramas de árbol de Ramón.

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Yemas: Hasta de 1 cm, agudas, cubiertas por una estípula muy aguda, verdes, glabras. Una estípula para cada hoja, hasta de 1 cm de largo; verde, glabra; caediza, dejando una cicatriz anular.

Hojas: Alternas, simples; laminas de 35.5 a 187.5 cm, oval-lanceoladas a oval o elípticas, con el margen entero, ápice agudo a notablemente acuminado, especialmente en las hojas jóvenes; base obtusa a aguda, verde obscuras y brillantes en el haz; verde grisácea y blanquecinas en el envés por la presencia de numerosas escamas blancas entre el tejido de las nervaduras; glabras en ambas superficies; pecíolos cortos de 2 a 12 cm de largo, glabros; generalmente perennifolios, pero caducifolios en las partes más secas de su distribución. En las axilas de cada pecíolo hay una yema florígena.

Flores: Especie monoica, flores en cabezuelas axilares de 1 cm de diámetro, pedúnculos de 1-5 mm de largo, glabros; cada cabezuela verdosa consiste, de muchas flores masculinas y una sola flor femenina; la superficie de la cabezuela está cubierta por numerosas escamas peltadas persistentes en el fruto; las flores masculinas consisten en un perianto rudimentario y un solo estambre de 1.5 a 2 mm de largo, con la antera parda y peltada; la flor femenina está hundida en la cabezuela, con el estilo exerto y está formada por un perianto hinchado de 1 mm de largo, unido con el ovario infero con un solo lóculo, uniovular; estilo de 2 a 3 m.m. de largo, proyectándose fuera del receptáculo, terminando en 2 lóbulos estigmaticos recurvados. Florece de noviembre a febrero pero se pueden encontrar flores fuera de esta época, en México y en el Peten (Guatemala).

Frutos: La semilla se clasifica como una drupa, aunque algunos difieren denominándola *baya* y falsa drupa. Su diámetro es de 1.5 cm a 2.5 cm; globosas con pericarpio carnoso, verde amarillento a anaranjado en completa madurez; de sabor y olor dulces; cubiertas en la superficie con numerosas escamas blancas. Madura de marzo a mayo. Cada fruto contiene una sola semilla.

Semilla: Su diámetro, es de 1.2 a 2 cms, cubierta con una testa papirácea amarillenta, con los cotiledones montados uno sobre el otro, es de sabor dulce. Según Ramírez y Alvarez (1996), las semillas poseen una excelente capacidad germinativa, con un rango de 96.7% a 97.7% y un tiempo de germinación entre 8 y 25 días.

#### 4. Clave Dicotómica de identificación

Según Standley y Steyermark (1964), la clave para determinar las 4 especies presentes en Guatemala, es la siguiente:

1. Hojas pálidas y verduscas en el envés, también diminuta y dispersamente seriosa, generalmente abruptamente corto-acuminadas, común mente lustrosas en el haz; 2 flores pistiladas en cada receptáculo.  
B. panamense
1. Hojas casi concolora, no glauca en el envés y generalmente glabras, nada o escasamente lustrosa en el haz; flores pistiladas 1 o escasamente 2.
  2. Hojas abruptamente caudato-acuminada, con una punta larga y linear.  
B. costaricanum

2. Hojas meramente aguda o abruptamente corto-acuminada; nunca con una punta larga y linear.

3. Hojas parduzcas o rojizo parduzco en el envez cuando seca, las últimas venas elevadas y prominentemente reticuladas.

B. terrabanum

3. Hojas pálidamente verduzcas en el envez cuando secas, no todas parduzca o rojizo parduzco, las venas no prominentes o conspicuamente reticuladas.

B. alicastrum

## 5. La pérdida de la variabilidad genética

Según Henríquez (1999) la erosión de los recursos genéticos en los trópicos, está siendo causada por factores que incluyen la pérdida de habitats naturales, en el cambio en los sistemas de cultivos y la substitución de variedades locales, por otras más homogéneas genéticamente.

En la región Sur-Occidental de Guatemala, el cambio de cultivos, y la incorporación de otros de exportación como la Caña de Azúcar, (*Saccharum* spp.) el Hule (*Hevea brasiliensis*) y el Café (*Coffea arábica*), han destruido habitats naturales, por lo que la extinción de vegetales nativos es más acelerada; encontrándose aún a nivel de huertos familiares (ecoespacios) o en remanentes boscosos de fincas privadas (Henríquez, 1999).

## 6. Los usos de los vegetales por los habitantes de las regiones

Barrera (1977) menciona que una vez definida la identidad y la posición sistemática de una planta, debe situarse su crecimiento y modo de utilización en el complejo cultural al que pertenece.

El problema de los recolectores, no puede explicarse si no es tomado en cuenta el aporte de los seres humanos de la región en que sirven o en la que buscan las plantas (Barrera, 1977).

Por lo anteriormente explicado, es preciso conocer los usos que los habitantes (recolectadores en este caso) hacen del Ramón, porque:

- Existe generación y acumulación de conocimientos.
- Existe invención y perspectivas de mejoramiento.
- Amplitud y profundidad en la capacidad de manipulación del ambiente: esto referente a la recolecta y sus repercusiones, transformación de materias y procesos de degradación.

- 
- Definición del proceso agrícola y la domesticación de plantas entre otros.

En síntesis, la investigación de los aspectos culturales y de usos del vegetal tiene que ser eminentemente regionalistas (Barrera, 1977).

## 7. Recolección del material y exploración

Según Morales (1994) para la mayor parte de las especies, el material que a de recogerse son semillas si bien en otros casos puede tratarse de bulbos, tubérculos, vainas, plantas enteras o incluso de granos de polen dependiendo de las características de la especie y del modo en que se vaya a ser conservado el material.

Martínez (1982) menciona que para recolección debe tomarse en cuenta que la mayor variabilidad genética se encuentra en poblaciones de materiales primitivos y salvajes y muy pocos en variedades comerciales o muy avanzadas, lo anterior fundamenta la necesidad de visitar directamente las regiones donde se encuentran poblaciones espontáneas de la especie que interesan y además los campos de cultivo de los agricultores de la región. Esto asegura la recolección de una mayor diversidad genética de la especie buscada.

## 8 Descriptores

El IPGRI citado por Morera (1981), indica que un descriptor es una variable o atributo que se observa en un conjunto de elementos, ejemplo: altura de planta, color de la flor, entre otros. Además hace notar que la preparación de una lista de descriptores a menudo es un proceso repetitivo.

Conforme la identificación y documentación de los descriptores se va llevando a cabo, se necesita revisar la lista de ellos para asegurarse que satisficará los requisitos que al final se precisará de los datos.

El escoger un conjunto de descriptores resulta largo y laborioso, debido a que hay que considerar todas las aplicaciones futuras y diversas que sean posibles; por lo que se hace necesario consultar literatura, estudiar la variabilidad existente en el campo y realizar comunicaciones personales con expertos.

Finalmente se presenta la lista máxima a un grupo de expertos quienes deciden cuáles descriptores se aceptan y cuáles no.

---

---

## 8.1 Estados del descriptor

Morera (1981), afirma que a cada descriptor se le asigna una escala de valores que se llama “estados del descriptor”. El IPGRI, señala que los estados del descriptor usualmente podrían ser registrados como códigos (letra o número) antes que en palabras. Siempre que sea posible, si una característica es estable entre diferentes ambientes, se debe registrar el valor actual del descriptor cuantitativamente.

La codificación de datos es de suma utilidad en situaciones como las siguientes:

- a) Cuando se quiere clasificar una introducción en un grupo amplio donde una medida exacta es impráctica.
- b) Cuando se registra el porcentaje de área foliar infectada, no se mide el área, sino que ésta se compara con un grupo de figuras de hojas infectadas que tiene cada una un código.
- c) Cuando una característica es variable dentro de una entrada pero todavía se puede dividir dentro de la introducción en un grupo amplio.
- d) Cuando se necesita describir colores, lo más recomendable es referirse a un libro de colores estándar, por ejemplo: The true hand book of color.

## 8.2 Toma de datos

Arce (1984), señala que la toma y presentación de datos para el manejo electrónico, requiere de un conocimiento detallado de los requisitos establecidos por las secciones de documentación.

Durante la recolección activa de datos, o sea durante la caracterización, siempre se tiene que decidir en qué forma se quieren registrar los datos, puesto que éstos se pueden presentar como medidas ó como datos clasificados. Sin embargo, las medidas reales en general no causan problemas si el órgano por medir está bien definido y el equipo es adecuado; por lo tanto la clasificación de la expresión fenotípica de características cualitativas resulta ser mucho más difícil y subjetiva.

---

### 8.3 Caracterización

Arce (1984), indica que la caracterización de los materiales considerados como potencial fitogenético, desempeña un papel importante ya que permite la selección y posterior utilización de los materiales en programas de mejoramiento. De acuerdo con el International Board for Plant Genetic resource (IBPGIR), citado por Arce (1984), menciona que la caracterización consiste en registrar aquellas características que son altamente heredables, que son fácilmente observables y que son expresadas en todos los ambientes; con la caracterización se puede determinar el grado de variabilidad existente de una población específica de plantas, dicha información alcanza su mayor utilidad en programas de mejoramiento que parten de la clasificación de individuos con características relevantes.

Arce (1984), recomienda que para aumentar el valor de una descripción, se incluya junto con los datos específicos de la caracterización, datos acerca de las prácticas culturales, condiciones climáticas, tipo de suelo y otros. Además se dice que es fundamental que los materiales a evaluar crezcan bajo condiciones uniformes, para que las diferencias observadas sean típicas de los materiales de estudio. La caracterización generalmente se lleva a cabo por medio de los descriptores.

La evaluación de la descripción de un conjunto de individuos puede hacerse mediante el uso de técnicas numéricas, entendiéndose por la técnica numérica: la rama de la taxonomía numérica que mediante operaciones matemáticas calcula afinidad entre unidades taxonómicas a base del estado de sus caracteres.

## 9 Taxonomía Numérica

### 9.1 Definición

Crisci (1983), señala que la taxonomía numérica ha sido definida como la evaluación numérica de la afinidad o similitud entre unidades en taxones, basándose en la taxa de sus caracteres.

Crisci (1983), continúa indicando que la taxonomía numérica es una disciplina que se encarga del estudio de la similitud y las diferencias entre los individuos, mediante la utilización de métodos numéricos, con el objeto de clasificarlos o agruparlos de acuerdo a sus características; la cual basa sus clasificaciones en el feneticismo, el cual considera características: ecológicas, moleculares, anatómicas, entre otros.

---

## 9.2 Pasos elementales de la taxonomía numérica

Crisci (1983), indica que los pasos a considerar en la taxonomía numérica son los que se presentan a continuación:

### A. Elección de Unidades Taxonómicas (OTU):

La terminología OTU deriva de las siglas en Inglés (Operational Taxonomit Unit), siendo esto la Unidad Taxonómica básica para aplicar la Taxonomía Numérica. Estas unidades pueden ser: especies, géneros, familias o poblaciones, siendo los individuos la unidad universal.

### B. Elección de Caracteres:

Se prefiere todo tipo de caracteres debiendo ser estudiados en diferentes períodos de ciclo vital de los individuos. Pudiéndose anotar características morfológicas (externas e internas), palinológicas, citológicas, fisiológicas, químicas, etológicas, ecológicas, geográficas y genéticas. Sin embargo, aquellos caracteres sin sentido biológico, como por ejemplo: el número de colecta de una muestra; deben ser excluidos.

### C. Construcción de una Matriz Básica de Datos:

Esta matriz contiene en el eje horizontal (filas) las unidades taxonómicas operacionales (OTU) y en el eje vertical (columnas), los caracteres en estudio; de esta forma los valores de cada unidad taxonómica en cada uno de los caracteres estudiados se presentan en una matriz  $n \times t$ .

### D. Obtención del Coeficiente de similitud:

Una vez construida la matriz básica de datos, se procede a seleccionar el coeficiente de similitud, con el objeto de determinar el parecido taxonómico entre las unidades taxonómicas.

Se conocen tres grupos de coeficiente de similitud: de distancia, de correlación y de asociación. Los más utilizados son los coeficientes de distancia y los de correlación, pudiendo mencionar el de "Pearson" o coeficiente de correlación del momento producto; oscilando sus valores entre más uno y menos uno, siendo más uno y menos uno de los valores de máxima similitud y cero de ausencia de similitud.

E. Construcción de una Matriz de Similitud:

Debido a que la aplicación de los coeficientes de similitud a datos multiestados cuantitativos continuos, conlleva la utilización de diferentes escalas de medida en una misma unidad taxonómica, por ejemplo: el largo de una antera en milímetros y la longitud de la guía principal en metros; siendo necesario estandarizar éstos valores, generalmente los valores de los caracteres se expresan como unidades de desviación estándar, debido a esto la media de una característica se expresa como cero y su varianza como la unidad. Por lo anteriormente expuesto, la matriz básica de datos, representa los valores de los caracteres en unidades de desviación estándar.

Una vez estandarizados los datos de los caracteres y conformada la matriz básica de datos se selecciona el coeficiente de similitud que mejor se adapte a los datos. Luego de aplicar el coeficiente de similitud para cada par posible de unidades taxonómicas, se constituye la matriz de similitud en la cual tanto la fila como las columnas son ocupadas por los coeficientes obtenidos y en la diagonal de la matriz aparece una Unidad Taxonómica comparada con el mismo, por ejemplo: Los caracteres de un individuo o material comparado con el mismo.

En esta matriz de similitud sólo es posible observar el parecido entre pares de unidades taxonómicas; haciendo necesario emplear una metodología para analizar la matriz de similitud, conociendo para ello dos técnicas de agrupamientos (Análisis Cluster) y el método de ordenación (Ordenation).

F. Análisis por Componentes Principales:

Según Crisci (1983), el método de Análisis Multivariado por componentes Principales permite: generar nuevas variables que expresan la información contenida en el conjunto original de datos, reducir la dimensionalidad del caso estudiado, como paso previo para posterior análisis y eliminar algunas de las variables originales que aportan poca información para explicar las causas de la variabilidad entre las observaciones.

Así mismo transforma el conjunto original de variables en otro, en el cual, las variables derivadas son independientes unas con otras; se expresan como funciones lineales de las variables originales; la primera variable derivada contribuye con la mayor proporción posible del resto de la variación, y así

---

sucesivamente. Las variables derivadas son conocidas como Componentes Principales.

G. Análisis de Agrupamientos:

Este análisis permite agrupar las unidades taxonómicas que se asocian por similitud. Hay un gran número de técnicas para llevar a cabo este análisis, tales como: Las exclusivas, jerárquicas, aglomerativas, y secuenciales; sin embargo estas se guían por el siguiente patrón similar: Se examina la matriz de similitud y se detecta la mayor similitud entre las unidades taxonómicas (o sea el núcleo anterior y se incorpora ya sea por ligamiento simple, ligamiento completo y ligamiento promedio), estas nuevas unidades taxonómicas son incorporadas a núcleos utilizando matrices derivadas. Las técnicas de agrupamiento se representan gráficamente a través de un dendograma y por utilizar caracteres fenéticos se le conoce con el nombre de dendograma.

10 Preservación Genética:

León (1992) comenta que la preservación del acervo genético es una tarea compleja, ya que la gran mayoría de los cultivos tropicales tienen semillas recalcitrantes o son de propagación vegetativa, su colección tendrá que hacerse en colecciones vivas. Se requiere entonces desarrollar nuevas técnicas en establecimiento y manejo de colecciones.

Para Hartman y Kester (1980) los árboles del trópico por lo regular responde a métodos de reproducción asexual como: injertos, acodos, estacas.

---

### **Metodología:**

**Población:** Se considerará como población, a todos los árboles de Ramón presentes en la zona Sur Occidental de Guatemala.

#### **Muestra:**

- 1 Para determinar las posiciones geográficas en donde se localizaron los árboles representativos de variabilidad genética, se procedió de la siguiente forma:

Como árboles representativos de variabilidad genética, se consideraron aquellos árboles a los cuales se les observó forma y colores de hojas y color y tamaño diferente de fruto. La localización de los materiales fue tomada con la ayuda de un receptor de GPS (Sistema de Posicionamiento Global), considerando los datos de latitud norte, longitud oeste y altura sobre el nivel del mar.

- 1.1 Se visitaron los Municipios, aldeas, cantones y fincas en donde se reportó por parte de autoridades municipales o agentes de extensión agrícola, la existencia de dichos árboles.
- 1.2 Los árboles encontrados, fueron ubicados en base a coordenadas geográficas, municipio a que pertenecen, elaborándose un croquis del lugar en donde se encontró.
- 1.3 Variables respuesta:
  - Latitud norte
  - Longitud oeste
  - Altura en metros sobre el nivel del mar.

La ubicación de los materiales fue presentada gráficamente en un mapa de la zona Suroccidental de Guatemala, el cual se realizó con la ayuda de Software ArcView.

- 2 Para la determinación de los usos y forma de propagación que la población hace de los árboles de Ramón se realizó de la manera siguiente.
  - 2.1 En los lugares en donde estos árboles se localizaron, (viviendas, huertos caseros, terrenos, etc.) se realizaron entrevistas directas con los dueños o vecinos, se les entrevistó (con ayuda de una boleta) acerca de lo usos medicinales, forestales, alimenticios, industriales y otros de los que pudieran tener conocimiento. Así

como la forma de propagación conocida, en aquellos casos en los que se identificó la propagación del árbol hecha por el hombre.

## 2.2 Variables respuesta:

- Partes del vegetal que se utiliza
- Uso que se le da cada parte del vegetal
- Forma de propagación

El análisis e interpretación de dicha información se realizó por medio de estadística descriptiva y su representación gráfica.

- 3 La Caracterización morfológica se realizó a través del descriptor, elaborado en base a la clave dicotómica citada por Aragón (1990) para especies del género *Brosimum*, que considera las variables siguientes:

Diámetro del tallo a altura de pecho	Forma de Tocon
Altura de árbol	Estipula amplexicaule
Longitud de estípulas	Forma de hoja
Superficie foliar	Tipos de Margen Foliar
Forma del Apice de la Hoja	Pubescencia en el Haz
Pubescencia en el Enves	Color de pubescencia
Color de hoja fresca	Color de hoja seca
Longitud de hoja	Prominencia de costa
Patron de coloración de hoja	Longitud de pecíolo
Forma del Fruto	Diámetro del Fruto
Peso del Fruto (mm)	Diámetro de semilla
Desarrollo de perianto de flores estaminadas	Forma de la Semilla
Flores pistiladas por receptáculo	Peso de Semilla (gr.)

Presentando la clave para cada una de las variables en anexos, posteriormente se realizó un Análisis de Componentes Principales y Análisis de Conglomerados con la ayuda del software Statistica.

- 4 Para la determinación del método de propagación vegetal, se establecieron los siguientes ensayos en campo:

#### 4.1 Germinación de semilla

El ensayo de germinación de semillas se estableció en el vivero de la granja docente Zahorí, utilizando un diseño completamente al azar, con tres repeticiones.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Porcentaje de germinación y días a germinación de la semilla de Ramón

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo material de Ramón

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

Variables respuesta:

- Porcentaje de germinación
- Días a germinación (50% haya germinado)

Los resultados obtenidos fueron, porcentaje y días a germinación (variables de respuesta), las cuales fueron transformadas por la fórmula de ARCOSENO ( $\text{Seno}^{-1}\sqrt{X}$ ) para porcentaje de germinación y  $\sqrt{X+1}$  para días a germinación. A los resultados se les realizó análisis de varianza y su respectiva prueba de medias.

#### 4.2 Enraizamiento de estacas

El ensayo de enraizamiento de estacas se estableció en el vivero de la granja docente Zahorí, utilizando un diseño completamente al azar. Realizando un ensayo con material de un solo árbol de Ramón.

Según Reyes (1,981), el modelo estadístico para el diseño en completamente al Azar, es el siguiente:

Modelo estadístico:  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

Donde:

$Y_{ij}$  = volumen de raíces en la  $ijklm$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésima concentración de ácido indolbutírico

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

Los tratamientos quedaron definidos de la siguiente manera:

Trat. 1 = Concentraciones de Ácido Indilbutírico a 3,000 ppm

Trat. 2 = Concentración de Ácido Indolbutírico a 6,000 ppm.

Trat. 3 = Concentración de Ácido Indolbutírico a 9,000 ppm.

Trat. 4 = Testigo, sin tratamiento.

La variable respuesta fue volumen de raíces. A los resultados se les realizó un análisis de varianza.

#### 4.3 Acodos Aéreos

El ensayo de enraizamiento de acodos aéreos se estableció en el lugar de ubicación del material BA14S localizado en la Finca Chitalón del Municipio de Mazatenango, por presentar características apropiadas para el manejo del experimento, utilizando un diseño completamente al azar con tres tratamientos.

Según Reyes (1,981), el modelo estadístico para el diseño en completamente al Azar, es el siguiente:

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = volumen de raíces en la  $ijklm$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésima concentración de ácido indolbitírico

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

---

Los tratamientos quedaron definidos de la siguiente manera:

- Trat. 1 = Concentraciones de Ácido Indilbutírico a 3,000 ppm
- Trat. 2 = Concentración de Ácido Indolbutírico a 6,000 ppm.
- Trat. 3 = Concentración de Ácido Indolbutírico a 9,000 ppm.
- Trat. 4 = Testigo, sin tratamiento.

La variable respuesta fue volumen de raíces. A los resultados se les realizó un análisis de varianza.

5 Para el establecimiento de la colección viva en la granja CUNSUROC.

Luego de seleccionados los materiales que representan la variabilidad de la zona y determinado el método de propagación, se seleccionaron las plantas más vigorosas de dichos materiales, para sembrarlos en la granja docente del CUNSUROC, (ZAHORI, ubicada en Cuyotenango Such.).

La siembra se realizó en lugares asignados para plantas perennes dentro de la granja Zahorí, tsl y como se menciona en los resultados.

---

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1 Colecta de materiales de Ramón, en la zona Sur Occidental de Guatemala.

La colecta se realizó en los cuatro departamentos de la zona Sur Occidental de Guatemala, presentando en el cuadro 1 a continuación, los resultados de la colecta.

Cuadro 1 Latitud, longitud, altura y procedencia de materiales de Ramón colectados.

No.	CODIGO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTUR A (MSNM)	DEPARTAMENTO
1	Ba1R	14°36'00"	91°45'08"	334	RETALHULEU
2	Ba2R	14°35'52"	91°45'15"	331	RETALHULEU
3	Ba3R	14°36'52"	91°45'16"	327	RETALHULEU
4	Ba4R	14°36'17"	91°44'58"	314	RETALHULEU
5	Ba5R	14°36'01"	91°45'11"	396	RETALHULEU
6	Ba6R	14°35'35.4"	91°54'12.4"	412.5	RETALHULEU
7	Ba7R	14°29'24.6"	91°58'12.3"	38	RETALHULEU
8	Ba8R	14°30'36.5"	92°01'48.2"	40	RETALHULEU
9	Ba9R	14°33'30.6"	91°34'38.1"	346	RETALHULEU
10	Ba10R	14°33'30.2"	91°34'37.8"	345	RETALHULEU
11	Ba11R	14°31'33.4"	91°35'42.9"	328	RETALHULEU
12	Ba12R	14°31'33.6"	91°35'38.7"	331	RETALHULEU
13	Ba13S	14°32'15.9"	91°35'32.0"	327	SUCHITEPÉQUEZ
14	Ba14S	14°31'43.3"	91°31'15.8"	341	SUCHITEPÉQUEZ
15	Ba15S	14°31'45.2"	91°31'15.8"	342	SUCHITEPÉQUEZ
16	Ba16S	14°31'45.1"	91°31'12.6"	340	SUCHITEPÉQUEZ
17	Ba17S	14°32'01.6"	91°29'51.6"	367	SUCHITEPÉQUEZ
18	Ba18S	14°28'48.2"	91°28'12.8"	328	SUCHITEPÉQUEZ
19	Ba19S	14°28'48.2"	91°28'12.3"	327	SUCHITEPÉQUEZ
20	Ba20S	14°25'12.2"	90°10'48.6"	324	SUCHITEPÉQUEZ
21	Ba21Q	14°33'36.6"	92°00'36.3"	28	QUETZALTENANGO
22	Ba22Q	14°30'36.3"	91°58'12.1"	31	QUETZALTENANGO
23	Ba23Q	14°31'48.3"	91°54'36.4"	30	QUETZALTENANGO
24	Ba24Q	14°31'48.3"	91°54'36.4"	41	QUETZALTENANGO
25	Ba25SM	14°34'25.6"	92°08'12.3"	27	SAN MARCOS
26	Ba26SM	14°34'22.3"	92°08'03.7"	25	SAN MARCOS
27	Ba27SM	14°34'22.3"	92°08'03.7"	34	SAN MARCOS
28	Ba28SM	14°32'27.4"	92°10'12.4"	14	SAN MARCOS
29	Ba29SM	14°32'22.1"	92°09'48.3"	12	SAN MARCOS

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Como se aprecia en el cuadro anterior, en el departamento de Retalhuleu, se colectaron 12 materiales de Ramón, ubicados dentro de los municipios de El Asintal, Retalhuleu y San Andrés Villa Seca únicamente.

En el departamento de Suchitepéquez, se encontraron materiales de Ramón en cuatro municipios, uno en Cuyotenango, cuatro en Mazatenango, dos en Santo Domingo y uno en Patulul; siendo en el municipio de Mazatenango donde se colectó el mayor número de materiales.

La colecta en el departamento de Quetzaltenango, fue más localizada, ya que a pesar que se buscó en la parte baja de los municipios de Coatepeque, Génova, Flores, Colomba y El Palmar; fue únicamente en los municipios de Coatepeque (tres materiales) y Génova (un solo material) donde se encontraron los materiales de Ramón.

Para el departamento de San Marcos, únicamente se encontró y colectó materiales de Ramón, en los municipios de Ayutla y Ocosingo. Por lo que se confirma la hipótesis que existen pocos árboles de Ramón en la zona.

Para una mejor visualización de la ubicación de los materiales colectados, en la figura tres que se presenta en la página siguiente, se distribuyen según su ubicación en la zona Suroccidental de Guatemala.

---

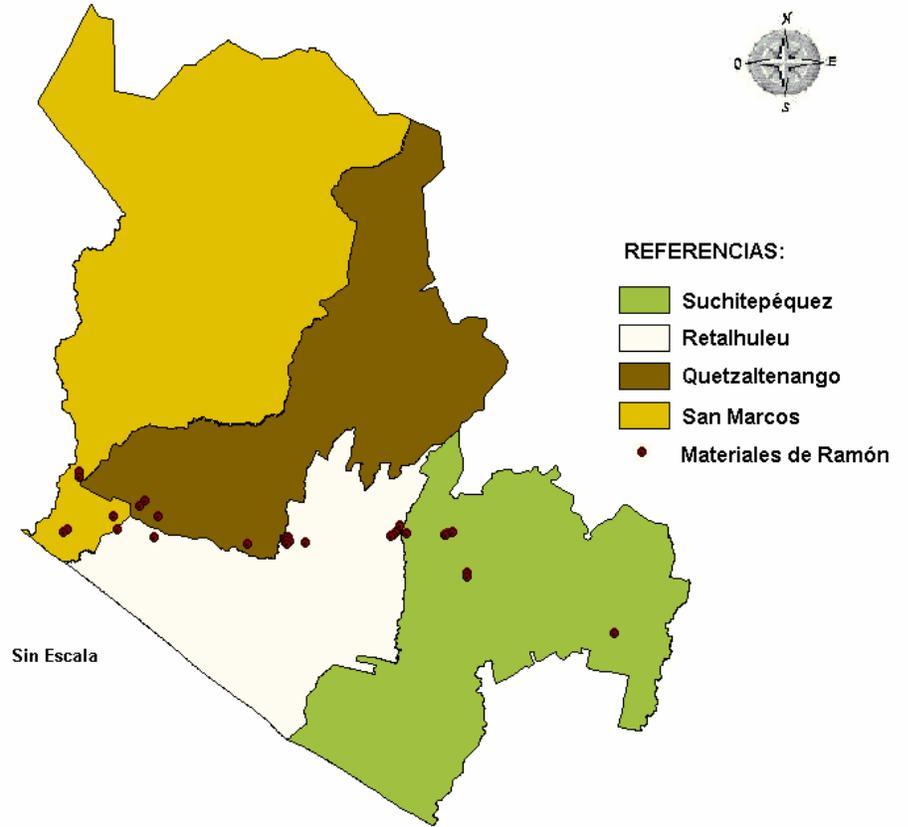


Figura 3 Localización geográfica de los materiales de Ramón colectados en la zona Suroccidental de Guatemala.  
Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Además, para comprender mejor la distribución de la variabilidad en la zona, se presentan también en el cuadro dos a continuación, las zonas de vida correspondientes a cada material de Ramón colectado

Cuadro 2 Zonas de Vida, correspondiente para cada uno de los materiales colectados.

No.	Departamento	Material	Bio-Temp	Precip. Prom. anal (m.m.)	ZONAS DE VIDA
1	Retalhuleu	Ba1R	24.43	2100	Bosque húmedo Tropical basal
2	Retalhuleu	Ba2R	24.47	2100	Bosque húmedo Tropical basal
3	Retalhuleu	Ba3R	24.47	2100	Bosque húmedo Tropical basal
4	Retalhuleu	Ba4R	24.53	2100	Bosque húmedo Tropical basal
5	Retalhuleu	Ba5R	24.12	2100	Bosque húmedo Tropical basal
6	Retalhuleu	Ba6R	24.06	2100	Bosque húmedo Tropical basal
7	Retalhuleu	Ba7R	26.09	1200	Bosque seco Tropical basal
8	Retalhuleu	Ba8R	26.05	1400	Bosque seco Tropical basal
9	Retalhuleu	Ba9R	24.45	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
10	Retalhuleu	Ba10R	24.45	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
11	Retalhuleu	Ba11R	24.59	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
12	Retalhuleu	Ba12R	24.57	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
13	Suchitepéquez	Ba13S	24.57	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
14	Suchitepéquez	Ba14S	24.52	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
15	Suchitepéquez	Ba15S	24.52	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
16	Suchitepéquez	Ba16S	24.53	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
17	Suchitepéquez	Ba17S	24.37	3300	Bosque muy húmedo Tropical basal
18	Suchitepéquez	Ba18S	24.66	1950	Bosque húmedo Tropical basal
19	Suchitepéquez	Ba19S	24.67	1950	Bosque húmedo Tropical basal
20	Suchitepéquez	Ba20S	24.76	4100	Bosque muy húmedo Tropical basal
21	Quetzaltenango	Ba21Q	26.24	1600	Bosque húmedo Tropical basal
22	Quetzaltenango	Ba22Q	26.10	1600	Bosque húmedo Tropical basal
23	Quetzaltenango	Ba23Q	26.08	1600	Bosque húmedo Tropical basal
24	Quetzaltenango	Ba24Q	26.02	1750	Bosque húmedo Tropical basal
25	San Marcos	Ba25SM	26.02	1300	Bosque seco Tropical basal
26	San Marcos	Ba26SM	26.03	1300	Bosque seco Tropical basal
27	San Marcos	Ba27SM	25.98	1250	Bosque seco Tropical basal
28	San Marcos	Ba28SM	26.13	1050	Bosque seco Tropical basal
29	San Marcos	Ba29SM	26.14	1050	Bosque seco Tropical basal

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

---

Analizando la figura tres anterior y el cuadro dos, se puede observar que los materiales de Ramón colectados, en el departamento de Suchitepéquez, se localizaron dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo Tropical basal y Bosque húmedo Tropical basal.

De los materiales colectados en el departamento de Retalhuleu, los seis que se localizaron en el municipio de El Asintal se localizaron en el Bosque húmedo Tropical basal, los cuatro materiales del municipio de San Andrés Villa Seca se localizaron en el Bosque muy húmedo Tropical basal y los dos materiales localizados en el municipio de Retalhuleu se ubicaron en el Bosque seco Tropical basal.

En el departamento de Quetzaltenango se encontró cuatro materiales de Ramón, ubicando tres en la parte baja del municipio de Coatepéque y uno en la parte baja del municipio de Génova. Los cuatro materiales se ubicaron en la zona de vida Bosque húmedo Tropical basal.

Como se aprecia en la figura tres anterior, en el departamento de San Marcos se localizaron cinco materiales de Ramón, ubicando tres en el municipio de Ocós y dos en el municipio de Ayutla, estando todos ubicados en la zona de vida Bosque seco Tropical basal.

En síntesis, los materiales de ramón colectados se localizaron en tres zonas de vida; Bosque muy húmedo Tropical basal, Bosque húmedo Tropical basal y Bosque seco Tropical basal, siendo únicamente en los departamentos de San Marcos y Retalhuleu donde se encontraron materiales de Ramón en la zona de vida Bosque seco Tropical basal.

Considerando éstos resultados, se concluye que la variabilidad de Ramón en la zona no esta influenciada por el ambiente, ya que los materiales colectados se encuentran distribuidos en tres diferentes zonas de vida.

---

---

**2. Determinar los usos de las partes vegetales y formas de propagación que los pobladores de la zona realizan a las plantas de Ramón.**

**2.1 Usos**

Los resultados de la tabulación de las boletas, sobre la variable usos que la población le da al Ramón, fue uniforme, ya que todos respondieron que únicamente conocen que el árbol puede ser usado como madera para artesanado y combustibles (leña). Aunque históricamente y por información de sus antepasados, informaron que se daba usos alimenticios a la semilla del árbol de Ramón.

**2.2 Forma de Propagación**

Al analizar los resultados de las boletas, concernientes a la forma en que las personas propagan los árboles de Ramón, se obtuvieron dos resultados, ya que toda la información obtenida resultó que todos los árboles no han sido sembrados y únicamente en el sitio arqueológico Takalic Abaj, han implementado la siembra por semilla y por transplante de plántula de dichos árboles, para fines de ornamentación del lugar.

---

### 3. Caracterización morfológica de Materiales Colectados.

Para éste objetivo, las variables obtenidas por medio de la toma de datos *in situ* en boletas de campo, fueron sometidas a un análisis de Componentes Principales y un análisis de Cluster, como se presenta a continuación. (ver en anexos, matriz de datos para caracterización)

#### 3.1 Análisis Cluster

En la figura tres, se muestra el diagrama de árbol ó dendograma de los 29 materiales de Ramón, analizados utilizando una distancia Euclideana con promedios ponderados.

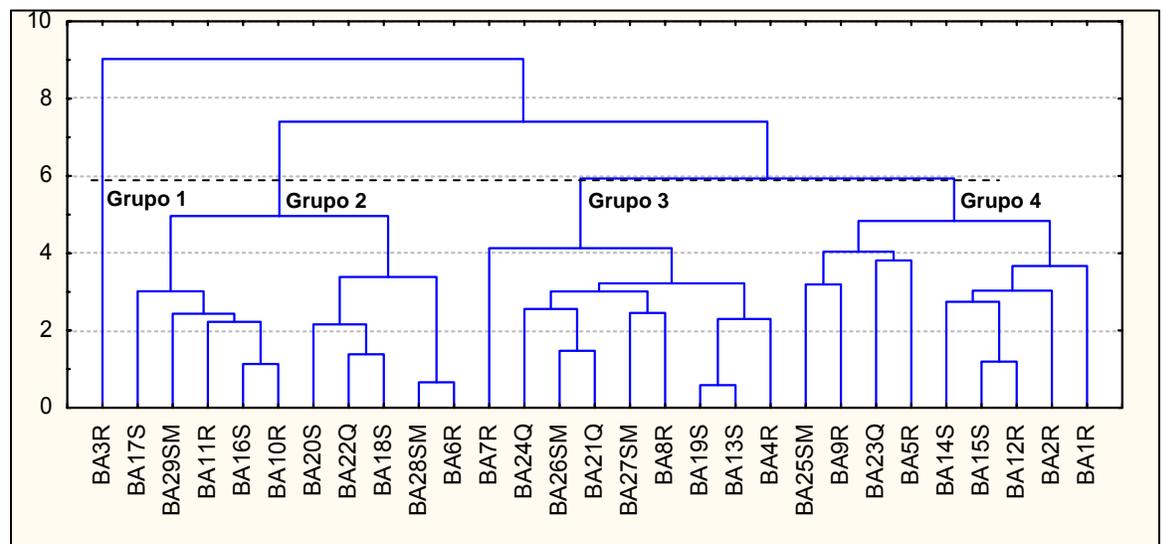


Figura 4 Dendograma de 29 materiales de Ramón colectados en la zona sur occidental de Guatemala.

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Según la figura cuatro, el comportamiento del dendograma mostrado, determina la variabilidad de los 29 materiales de Ramón, en donde se observa que a un coeficiente de similitud (Distancia Euclideana) de 5.94, se origino la primera división, en la que se formaron cuatro grupos, el grupo uno consiste en un material aislado (Ba3R), originario del municipio de El Asintal del departamento de Retalhuleu, y el grupo dos, que comprende los diez materiales que no

presentaron floración. Diferenciándose básicamente el material Ba3R, por las características que se presentan en el cuadro tres a continuación.

Cuadro 3. Características que aislaron al material Ba3R del grupo uno, formado en el Análisis Cluster.

No.	CARACTERISTICAS	MATERIAL AISLADO (Ba3R )	GRUPOS 2, 3 Y 4
1.	Forma del Ápice de la Hoja	Ampliamente prominente	Corto
2.	Desarrollo de perianto de flores estaminadas	Bien desarrollado	Faltante

Fuente: Elaboración de los autores (2,006).

De acuerdo al cuadro tres, las dos características que diferenciaron al material aislado Ba3R del grupo I, fueron cualitativas (Forma del Ápice de la hoja y Desarrollo de perianto de flores estaminadas).

El material aislado Ba3R, se caracterizaron por presentar básicamente hojas con el ápice pronunciado, lo que lo clasifica como *B. costaricanum*, tal como de presenta en la figura cinco siguiente.

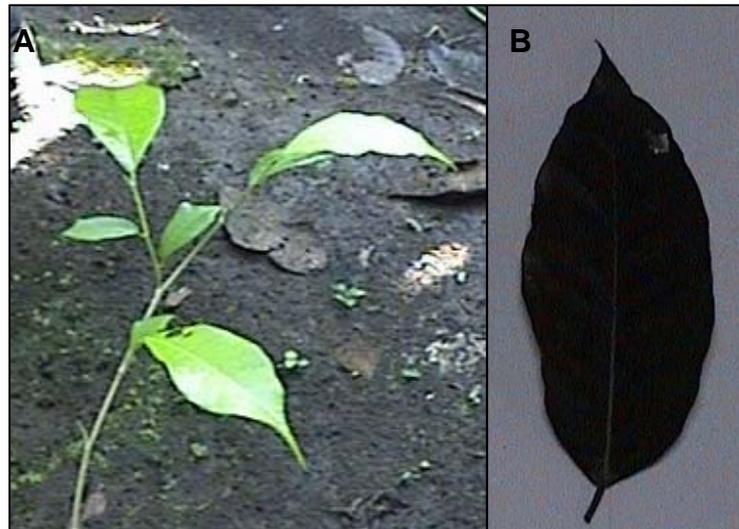


Figura 5 A) Forma de ápice de hoja, alargado y B) Forma de ápice de hoja, corto.

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Prosiguiendo con el análisis Cluster, el grupo 2, estuvo formado únicamente por que los materiales 29, 11, 17, 20, 22, 18, 16, 10, 28 y 6 que no presentaron floración ni fructificación. De los cuales se puede apreciar en la figura cuatro que a una menor distancia se separan los materiales 20, 22, 18, 28 y 6 que presentan una costa (nervadura central de la hoja) prominente o ligeramente prominente, en su lámina foliar.

En síntesis, el material Ba3R, fue el único que realmente se diferenció del resto de materiales de Ramón, básicamente por presentar hojas con ápice alargado, en comparación con el ápice corto del resto de los materiales colectados.

Continuando con el análisis cluster, los grupos tres y cuatro formados, corresponden a los materiales que si presentaron floración y fructificación, de los cuales, los materiales 7, 24, 26, 21, 27, 8, 19, 13 y cuatro (correspondientes al grupo tres) son los que presentan una costa (nervadura central de la hoja) prominente o ligeramente prominente, en su lámina foliar. Y en grupo cuatro no presenta prominencia en la costa de su lamina foliar.

### 3.2 Análisis de Componentes Principales

Con base en la matriz básica de datos presentada en anexos, se realizó el análisis de componentes principales, dicha matriz contiene 18 características morfológicas de los 29 materiales de Ramón colectados.

Los valores propios, el porcentaje de variación y el porcentaje de variación acumulada, se muestran en el cuadro cuatro.

Cuadro 4. Valores propios y varianza acumulada de los dos componentes principales.

Componente Principal	VALOR PROPIO	% DE VARIACIÓN	% ACUMULADO
1	24.17	83.36	83.36
2	1.93	6.66	90.02

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

En el cuadro cuatro, se puede observar que los dos componentes principales, fueron suficientes para explicar el 90.02 % de

la variabilidad en los 29 materiales de Ramón, provenientes de la zona sur occidental de Guatemala.

El porcentaje de variación indica la proporción de la variabilidad en los 29 materiales de Ramón evaluados, que esta contenida o explicada por cada componente principal, el componente principal uno, explica el 83.36% de la variabilidad, y el componente principal dos solamente un 6.66% de variabilidad.

A continuación se presenta el cuadro cinco, en el cual se describen las variables o características que expresan a cada uno de los dos componentes principales.

Cuadro 5 Lista parcial de los valores propios de los dos componentes principales del análisis en 29 materiales de Ramón colectados.

No.	VARIABLE	Componente Principal 1	Componente Principal 2
1	Longitud de estípula	<b>1.11788873</b>	0.24912658
2	Tipo de margen foliar	-0.55065827	-0.05806366
3	Forma del ápice de la hoja	-0.63156997	-0.54976681
4	Color de la hoja seca	<b>1.07252743</b>	-0.1995263
5	Longitud de hoja	-0.69701434	-0.10990351
6	Longitud del pecíolo	2.78266188	0.10431114
7	Prominencia de la costa	0.23962721	<b>-3.01593446</b>
8	Desarrollo de perianto de flores estaminadas	-0.65838307	-0.50429633
9	Flores postiladas por receptáculo	-0.37025785	0.05427859
10	Forma de Fruto	0.4484942	<b>1.76431391</b>

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Como se puede observar en el cuadro cinco, el componente principal uno, estuvo conformado por las variables Longitud de estípula y Color de la hoja seca (el eje "x" de la figura seis), ejerciendo el mayor efecto sobre la variabilidad de los 29 materiales de Ramón evaluados (expresan el 83.36 % de la variabilidad total).

El componente principal dos (eje "y" de la figura seis), estuvo conformado por las variables prominencia de la costa y forma de fruto, expresando únicamente el 6.66% de la variabilidad total. En general las variables mencionadas que componen los dos componentes principales son suficientes para expresar el 90.02% de la variabilidad de ésta especie.

En síntesis, dichas variables son las que se deben de tomar con más importancia a la hora de realizar caracterizaciones en materiales de Ramón.

A continuación en la figura seis, se muestra el comportamiento de los 29 materiales en el análisis de componentes principales, producto de la caracterización morfológica.

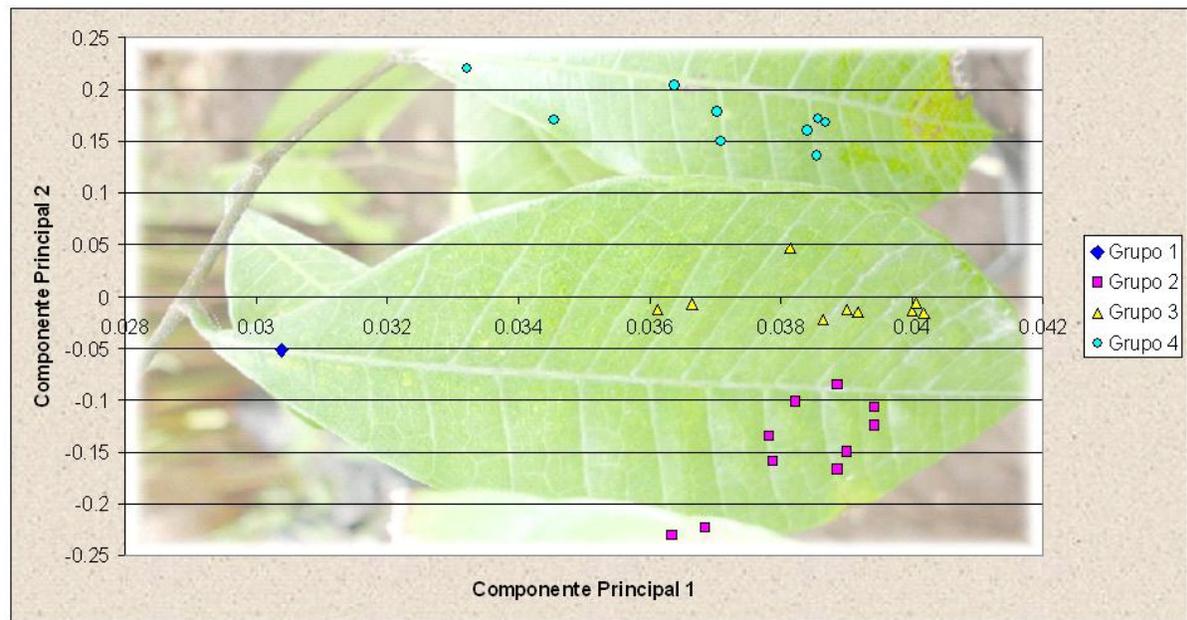


Figura 6 Distribución de 29 materiales de Ramón, según análisis de componentes principales.

Fuente: Elaborado por los Autores, 2,006.

Como es de observarse en la anterior figura, se formaron los mismos cuatro grupos conformados en la figura cuatro correspondiente al análisis cluster.

En síntesis, la variabilidad de Ramón en la zona Suroccidental de Guatemala se encuentra representada en los cuatro grupos formados, la cual esta distribuida en las tres diferentes zonas de vida que se presentan en el cuadro dos anterior.

#### 4 Determinación del método de Propagación Vegetal más adecuado para la reproducción de los árboles de Ramón.

Se realizaron ensayos para cada propósito, utilizando para éstos, únicamente los materiales representativos de la variabilidad del lugar; considerando además la cantidad de semilla obtenida en la colecta y disponibilidad de material vegetativo.

#### 4.1 PRUEBA DE GERMINACIÓN

Para la prueba de germinación, se utilizaron cuatro materiales de Ramón, de los que se pudo obtener buena cantidad de semillas, presentando los resultados en porcentaje de germinación, los cuales fueron transformados por medio de la fórmula de:

$$\text{ARCOSENO } (\text{Seno}^{-1}\sqrt{X}).$$

Cuadro 6. Resultados obtenidos para la variable porcentaje de germinación de los cuatro materiales de Ramón seleccionados.

Trat.	Material	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Media
1	Ba3R	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
2	Ba12R	1.57	1.57	1.57	1.57	1.35	1.53
3	Ba14S	1.35	1.57	1.57	1.57	1.57	1.53
4	Ba15S	1.57	1.35	1.57	1.57	1.57	1.53

1.57 = 100% 1.35 = 95 % de germinación

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

A los resultados del cuadro seis, se les realizó el análisis de varianza, presentando los resultados a continuación.

Cuadro 7. Análisis de varianza, para la variable, porcentaje de germinación de los materiales de Ramón seleccionados.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Pr > F
TRATAMIENTOS	3	0.007275	0.002425	0.3340	0.803
ERROR	16	0.116161	0.007260		
TOTAL	19	0.123436			

C.V. = 5.5437

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Los resultados de los materiales provenientes de Suchitepéquez, no presentaron diferencia significativa ( $Pr > F$  mayor a 0.05).

En conclusión, en los cuatro materiales evaluados, no existió diferencia significativa en la prueba de germinación, pero al observar las medias, se pudo determinar que el material que posee mayor porcentaje de germinación es el Ba3R colectado en el municipio de El Asintal Retalhuleu. Como se puede observar en el cuadro cinco, éste material presento una media del 100% de germinación a los 34 días que se levantó el experimento, lo que es contrastante con los resultados de la colecta, ya que además de los factores de deforestación y aumento de áreas de cultivo, se considera que las plantulas de Ramón que abundan en lugares cercanos a los árboles madres, tienen mucha competencia por luz solar, agua, etc. Ya que generalmente los árboles madres son grandes y además se desarrollan en hábitat dominados por plantas grandes.

Observando el experimento en campo en la figura siete a continuación.



Figura 7 Ensayo de porcentaje de germinación de cuatro materiales de Ramón.

Fuente: Elaborado por los Autores, 2,006.

## 4.2 PRUEBA DE ENRAIZAMIENTO DE ACODOS AÉREOS

Los resultados de la prueba de enraizamiento de acodos aéreos se realizó evaluando tres diferentes concentraciones de ácido indolbutírico, presentando los resultados en el cuadro ocho.

Cuadro 8. Resultados obtenidos de la variable volumen de raíces, en enraizamiento de acodos aéreos, en Ramón.

Trat.	Ácido Indolbutírico ppm	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Media
1	3,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6,000	0.00	1.50	0.00	1.20	0.00	0.54
3	9,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

A los resultados del cuadro 8 se les realizó análisis de varianza, los cuales no presentaron diferencias significativa, ya que el valor de  $Pr > F$  es mayor a 0.05, como se observa en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de varianza, para la variable, variable volumen de raíces, en enraizamiento de acodos aéreos, en Ramón.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Pr > F
TRATAMIENTOS	3	1.093500	0.364500	2.6129	0.086
ERROR	16	2.232000	0.139500		
TOTAL	19	3.325500			

C.V. = 110.59%

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

A pesar de los resultados no significativos del análisis de varianza, cabe mencionar que la concentración de 6,000 partes por millón de ácido indolbutírico, provocó enraizamiento en dos unidades experimentales. Considerando que la producción es de raíces adventicias, mas no de raíz pivotante, éste método no se puede considerar como alternativo, ya que por la altura y gran fuste que alcanzan los árboles de Ramón, necesitan de un buen anclaje.

En las figuras ocho y nueve a continuación se presentan los resultados de la prueba de enraizamiento de acodos aéreos en Ramón.



Figura 8 Acodo aéreo de Ramón, presentando brote de raíces.  
Fuente: Elaborado por los Autores, 2,006.



Figura 9 Acodo aéreo de Ramón, no funcional, sin brote de raíces.  
Fuente: Elaborado por los Autores, 2,006.

### 4.3 PRUEBA DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS

En el cuadro 10, se presentan los resultados del porcentaje de enraizamiento de estacas de materiales de Ramón con tratamiento de tres diferentes concentraciones de ácido indolbutírico.

Cuadro 10. Resultados del porcentaje de enraizamiento de estacas de Ramón.

Trat.	Ácido Indilbutírico ppm	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Media
1	3,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	9,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

Con los resultados observados del cuadro 10, se llegó a determinar que las estacas de Ramón no respondieron al enraizamiento, ya que en ningún tratamiento se observó presencia de raíces. Por otra parte, tampoco hubo formación de cayos en los corte de las estacas.

Cabe mencionar que si hubo brote de yemas foliares, pero al cabo de 15 días se secaron por completo.

Lo anterior se justifica ya que según Aragón (1990) éste árbol posee tronco y ramas quebradizas que emanan un látex, lo que hace que las estacas de las ramas sean leñosas y no respondan al enraizamiento estando separadas completamente del árbol.

## 5 Establecimiento de una colección viva de los materiales de Ramón representativos de la variabilidad de la región.

El establecimiento de los materiales representativos de cada departamento, se realizó en una de las zonas asignadas para plantas perennes dentro del área de la granja Zahorí, de modo que pudieran quedar permanentemente en el lugar (áreas destinadas a bosque y con buena humedad durante todo el año). En la figura 10 se puede apreciar la ubicación de los árboles dentro de la granja.

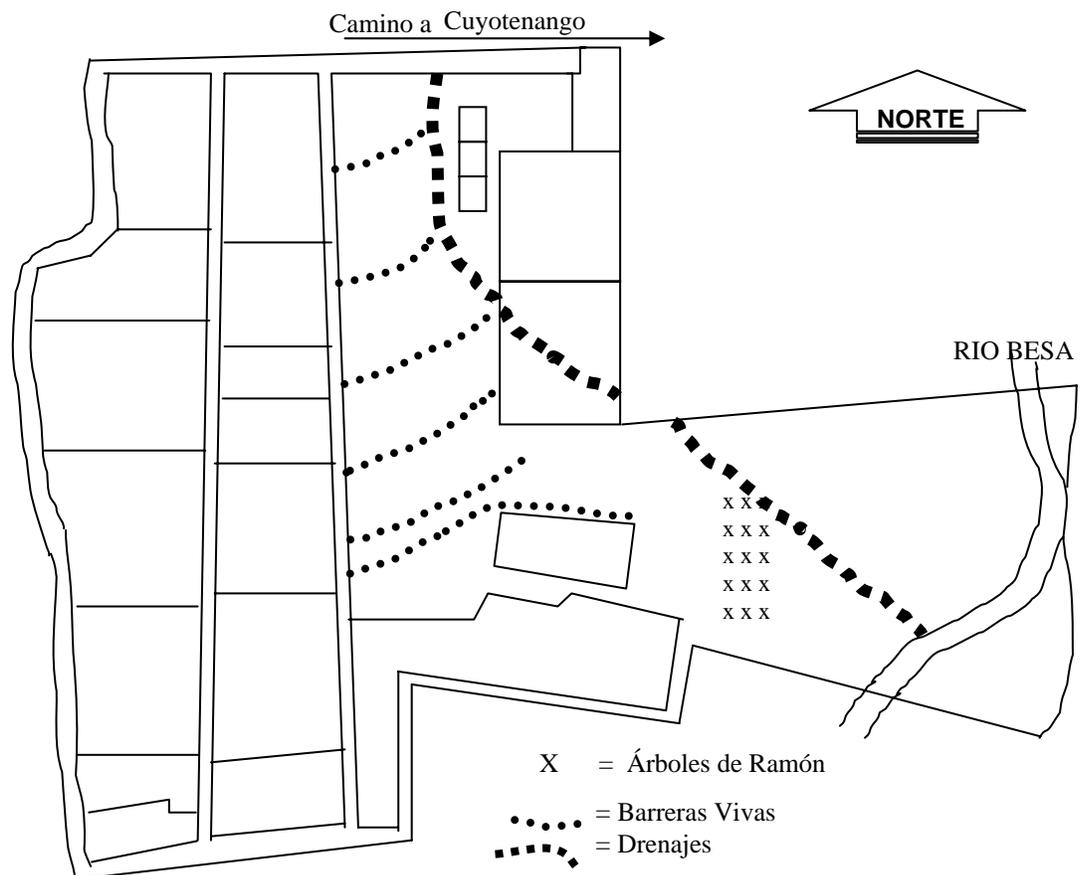


Figura 10. Ubicación de las plantas de Ramón que conforman la colección establecida en la granja Zahorí, Cuyotenango Suchitepéquez.

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).

---

## CONCLUSIONES

- De los materiales de Ramón colectados, 12 fueron localizados en el departamento de Retalhuleu; ocho en Suchitepéquez; cuatro en la parte baja del departamento de Quetzaltenango y cinco en la parte baja del departamento de San Marcos. Los cuales están distribuidos en las zonas de vida Bosque muy húmedo Tropical basal, Bosque húmedo Tropical basal y Bosque seco Tropical basal
  - El análisis cluster y de componentes principales determinó que el material Ba3R se expresó claramente de forma diferente al resto, principalmente por presentar ápice de hoja ampliamente prominente y el perianto de flores estaminadas bien desarrollado. Lo que lo clasifica como *B. costaricanum*
  - Actualmente solamente en el parque arqueológico Takalik Abaj realizan propagación por semilla y transplante de plántulas. El 100% de los materiales localizados han sido propagados naturalmente sin la intervención del hombre.
  - El 100% de las personas encuestadas, no les da ningún uso a los árboles de Ramón, por falta de desconocimiento tanto de la planta como de sus virtudes.
  - Las semillas de Ramón poseen un alto porcentaje de germinación (de 95 a 100%), por lo contrario, las ramas de este árbol no responden al enraizamiento de acodos aéreos ni estacas.
  - En la granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez, se cuenta con materiales distintos de Ramón colectados en la presente investigación (diez establecidos en campo y un almacigo en bolsas de polietileno).
-

---

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar a conocer los resultados de ésta investigación, para que más personas se involucren en la conservación y utilización de ésta especie, ya que se desconoce su utilidad.
- Utilizar el método de propagación por semilla, para árboles de Ramón.
- Evaluar como alternativa la propagación de árboles de Ramón por medio de trasplante de plántulas en diferentes condiciones (a raíz desnuda, en pilón, etc.)
- Darle mantenimiento a los materiales de Ramón establecidos en la colección viva, en granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez, para asegurar la existencia de éstos materiales.

## IV. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

---

Aragon B., U. R. 1990. Caracterización preliminar del Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), in situ en el bosque muy húmedo subtropical cálido del Petén, Guatemala. Tesis Ig. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Gua. 123 p.

Arce, J.A. 1,984. Caracterización de 81 plantas de achiote (*Bixa orellana* L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala y propagación vegetativa por estaca. Tesis Mag. Sc. San José C. R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. p 10-17.

Barrera, A. 1977. La Etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva. Instituto de investigación sobre recursos bióticos. A.C. Xalapa. Veracruz México.

F.A.O. 1,970. Estudio de preinversión sobre desarrollo forestal, Guatemala, v. 1.

Hartman, E. Kester. 1980. Propagación de plantas, principios y prácticas. Editorial Continental. S.A. México.

Henriquez, P. 1999. Estado actual y expectativas de REFERMI: En XLV Reunión anual PCCMCA. Guatemala Centroamérica.

Hudson., T.H. Dale., E. K. 1980. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Editorial Continental, S. A., México. 814 p.

Instituto Nacional de Biodiversidad. 1997. Jerarquía Taxonómica. en línea.

Leon, J. 1992. Los recursos fitogenéticos del nuevo mundo. En cultivos marginados otra perspectiva de 1492. Colección FAO Producción y protección vegetal. No. 26 Roma.

Martínez, A. 1982. Principios en la Organización de exploraciones para recolectar germoplasma de interés social. Revista Tikalia. Guatemala. Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Agronomía.

Morales J. 1994. Colecta y caracterización de 36 cultivadores de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Oriente de Guatemala. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala. Universidad de San Carlos De Guatemala. Guatemala

Morera, J.A. 1981. Descripción sistemática de la colección de Panamá de pejibaye (*Bractis gisapaes* H.B.K.) del CATIE. Tesis Master Sc. Turrialba. C. R.

Pellicer, L. 2,005. La nuez de las Mayas. Semanario de Prensa Libre • No. 48 • 05 de Junio de 2005. <http://www.prensalibre.com/> [revistad@prensalibre.com.gt](mailto:revistad@prensalibre.com.gt)

---

---

Ramírez, J. A. y Alvarez, R. R. 1996. Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de *Brosimum alicastrum* (masica). Informe de avance.

Reyes, P. (1981). Diseño de experimentos aplicados. 2da. Edición. Editorial Trillas México, pp. 323.

Standley, P. & Steyermark, J. 1964. Flora of Guatemala. Natural History Museum. Chichago, Fieldiana Botany.

Tratado Internacional Sobre Los Recursos Fitogenéticos Para La Alimentación Y La Agricultura. en línea.

Vega L., A.; J.I. Valdez H y V.M. Cetina A. 2003. Zonas ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la costa del Pacífico Madera y Bosques 9(1):25-53.

---

---

## ANEXOS

Cuadro 11. Matriz general de caracterización de árboles de Ramón.

---

MATERIALES	TALLO			HOJA																						
	Forma de Tocon	Diámetro del tallo a altura de pecho	Altura de árbol	Estípula amplicaula	Longitud de estípulas	Forma de hoja	Tipos de Margen Foliar	Superficie foliar del envés	Forma del Apice de la Hoja	Pubescencia en el Haz	Pubescencia en el Envés	Color de pubescencia	Color de hoja fresca	Color de hoja seca	Patron de coloración de hoja	Longitud de hoja	Longitud de peciolo	Prominencia de costa	flores estaminadas	Flores pistiladas por receptáculo	Forma del Fruto	Diámetro del Fruto	Peso del Fruto	Forma de la Semilla	Peso de Semilla (gr.)	Diámetro de semilla (mm)
Ba1R	8	146	72	0	6	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	18.4	6	0	0	1	3	21	3.5	2	2.8	17
Ba2R	6	102	64	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	18.3	7	0	0	1	3	18	2.8	2	2.2	14
Ba3R	8	135	78	0	7	2	0	3	5	0	3	0	0	3	0	18.7	7	3	3	1	3	23	3.6	2	2.9	18
Ba4R	4	68	46	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	16.3	7	3	0	1	5	17	2.5	2	2.1	15.1
Ba5R	4	75	48	0	4	2	3	3	0	0	3	0	0	5	0	17.4	9	0	0	1	5	16	2.6	2	2	14.7
Ba6R	2	44	33	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	15.3	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba7R	4	68	32	0	3	2	3	3	0	0	3	0	0	3	0	17.3	8	5	0	1	3	18	1.8	2	1.7	15.5
Ba8R	2	54	37	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	17.4	9	5	0	1	3	17	2.1	2	1.5	15.7
Ba9R	2	57	38	0	5	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	15.8	8	0	0	1	5	17	2	2	1.8	14.5
Ba10R	2	62	41	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	15.2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba11R	4	72	45	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	16.7	6	0	0	1	3	17.5	2.5	2	1.6	16
Ba12R	4	74	43	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	16.8	7	0	0	1	3	17	2.8	2	2	14.6
Ba13S	2	52	38	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	16.3	8	3	0	1	3	17	2.5	2	1.8	15.7
Ba14S	4	76	44	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	17	8	0	0	1	3	18	2.4	2	1.7	16.1
Ba15S	4	74	41	0	5	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	16.3	7	0	0	1	3	18	2.5	2	1.7	15.9
Ba16S	2	46	36	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	15.5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba17S	2	38	35	0	6	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba18S	2	42	38	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	16	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba19S	2	40	35	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	16.2	8	3	0	1	3	17	2.2	2	1.8	14.5
Ba20S	2	35	33	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	17.7	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba21Q	2	44	38	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	14.8	7	3	0	1	3	18	2	2	1.6	15.8
Ba22Q	2	38	36	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	15.3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba23Q	2	41	35	0	3	2	3	3	0	0	3	0	0	3	0	15.8	6	0	0	1	5	18	2.1	2	1.5	16.1
Ba24Q	2	46	37	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	16.3	6	5	0	1	3	18	1.8	2	1.4	15.7
Ba25SM	2	40	38	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	15.2	7	0	0	1	5	19	2.2	2	1.6	16
Ba26SM	2	47	41	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0	15.9	7	3	0	1	3	18	2.3	2	1.7	15.8
Ba27SM	2	37	32	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	16.1	8	5	0	1	3	17	1.9	2	1.5	14.5
Ba28SM	2	28	30	0	3	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	15	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba29SM	2	33	36	0	4	2	0	3	0	0	3	0	0	5	0	16.4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por los Autores, (2,006).



**CLAVE PARA EL DESCRIPTOR DE RAMON**  
(según FAO, 1970 y Standley, P. & Steyermark, J. 1964)

Forma de Tocón	Estipula amplexicaule
2 Forma I	0 Ausente
4 Forma II	1 Presente
6 Forma III	
8 Forma IV	Tipo de Margen Foliar
	0 Liso
Forma de hoja	3 poco dentado
La forma de hoja de árboles maduros	5 Dentado
1 Ovoide	
2 Lanceolada	Superficie foliar del envez
3 Oblanceolada	0 Lisa
4 Espatulada	3 Escabridulosa
5 Deltoide	5 Escrobiculado
6 Ovada	7 Corrugado
7 Eliptica	
8 Oblonga	Pubescencia en el Haz
6 Abovado	0 Glabra
	3 Poco Pubescente
Pubescencia en el Enves	5 Pubescente
0 Lisa	7 Densamente Pubescente
3 Poco Pubescente	
5 Pubescente	Color de pubescencia
7 Densamente Pubescente	0 Verde
	3 Café
Forma del Ápice de la Hoja	5 Grisáceo
0 Corto	
3 Ligeramente prominente	Color de hoja seca
5 Ampliamente prominente	0 Verde
	3 Verde claro
Color de hoja fresca	5 Pardusca
0 Verde	7 Café
3 Verde claro	9 Grisácea
5 Pardusca	
7 Café	Prominencia de costa
9 Grisácea	0 no Prominente
	3 Ligeramente prominente
Patrón de coloración de hoja	5 Prominente
0 Concolora	7 Muy Prominente
3 Con aureolas	
5 Moteadas	
	Forma del Fruto
Desarrollo de perianto de flores estaminadas	La forma de frutos maduros
0 Faltante	2 Cordada
3 Vestigial	3 Oblongo
5 Bien desarrollado	4 Ovoide
	5 Globosa
Altura de árbol	7 Reniforme
Diámetro del tallo a altura de pecho	
Flores pistiladas por receptáculo	Forma de la Semilla
Diámetro del Fruto	1 Ovado
Peso de Semilla (gr.)	2 Obloide
Longitud de hoja	3 Oblongo
Longitud de pecíolo	4 Abovado
Peso del Fruto	5 Reniforme
Longitud de estípulas	
Diámetro de semilla (mm)	

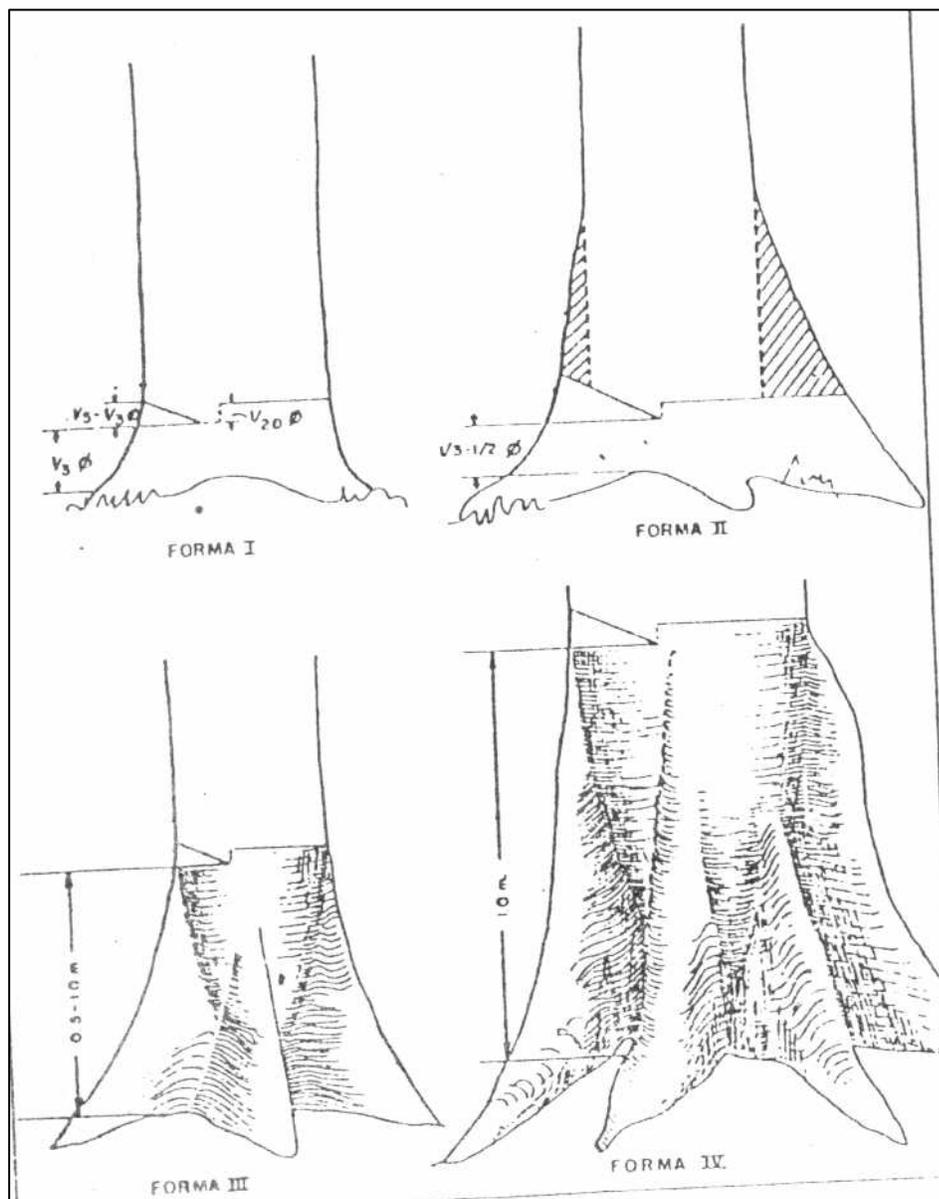


Figura 11. Clasificación de formas de tocones, para especies maderables.

Fuente: FAO, (1,970).