



Órgano de divulgación de la
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Vol. XIV, No. 1



DIGITALIZADO

Guatemala
1996

**Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Junta Directiva

Decano: Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Secretario: Ing. Agr. Guillermo Méndez Beteta
Vocal I: Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
Vocal II: Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Vocal III: Ing. Agr. Carlos Roberto Motta
Vocal IV: P.A. Henry E. España Morales
Vocal V: Br. Mynor Joaquín Barrios Ochaeta

Comité Editorial

Lic. David Pinto Díaz
Dr. José de Jesús Castro Umaña
Ing. Agr. Hugo Cardona
Ing. Agr. Edgar Martínez Tambito
Periodista Dennis Escobar Galicia

Editor: Raúl Figueroa Sarti.

Ilustraciones interiores: Mario E. Véliz Pérez.

Portada: *Odontoglossum rossi* Lindl. Dibujo de Marie E. Véliz Pérez.

Edición y Artes Finales: F&G Editores
Telefax: (502) 4740214
e-mail: fgeditor@guate.net

Impresión: Fotograbado Llerena
Telefax. (502) 2324372

Revista *Tikalía*
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala
Teléfono: (502) 4769770
Fax: (502) 4769770
Correo electrónico: comited.agro@usac.edu.gt

TIKALIA: UNA REVISTA RENOVADA

Estamos actualmente en la tarea de renovar nuestra revista hasta donde ello sea posible. Somos conscientes que una publicación se debe ante todo a sus lectores. Por lo mismo, una revista que no sea leída tampoco justifica tantos esfuerzos en editarla. Difícil objetivo lograr lectores asiduos en un ambiente, como lo es el académico, tan seducido por innumerables mensajes, cada uno de los cuales reclamando tiempo de atención. Competitivamente Tikalia está en franca desventaja frente a la inmediatez de urgentes mensajes impostergables. Pero una revista científica, que se precie de serlo, poco a poco logrará abrirse campo a los ojos del lector.

Nuestra tarea consiste en presentar una publicación de calidad, tanto en su forma como en su contenido. Pero entiéndase que no presenciaremos alguna acción mágica con productos espectaculares. Más bien, se trata del esfuerzo conjunto para ir logrando un mejoramiento sujeto a revisiones y correcciones, pero principalmente relacionado con trabajos eficientes por parte no sólo del Comité Editorial —obviamente obligado a efectuarlos—, sino además por todos quienes participan en su realización, es decir, autores, editores, impresores y, debemos repetir en este punto que los lectores realimentan con su recepción la existencia misma de cualquier medio impreso.

Como producto de estas iniciativas renovadoras, presentamos ahora este número con ciertas modificaciones en el formato, las cuales nuestro público podrá fácilmente visualizar. En todo caso, lo que deseamos es ofrecer artículos científicos en temáticas

agronómicas, incorporando un nuevo diseño de publicación que resulte elegante y agradable a la vista.

Tenemos pendiente la meta de lograr incluir dentro de cada número futuro, por lo menos un artículo que sea de utilidad didáctica para las carreras profesionales impartidas en la facultad. En pocas palabras: poner la revista al servicio de la enseñanza. Lograr esa meta indudablemente redundaría en mayor demanda de Tikalia por parte de los alumnos. Ojalá que esta inquietud motive respuestas favorables en el sector docente, que es donde obviamente deben generarse tal tipo de artículos.

Sobra decir que en los esfuerzos de renovación juegan un papel determinante cada uno de nuestros articulistas. Por ello patentizamos un reconocimiento a los autores que trabajan por mantener en alto la actividad editorial en esta casa de estudios superiores. Al respecto, sólo mencionaremos lo relativo a este número: un estudio sobre musgos de Guatemala, escrito por Mario Véliz; una evaluación en torno a tres dosis del hongo entomopatógeno, por Alvaro Gustavo Hernández Dávila, Carlos Otoniel Núñez Alvarado y Rogelio Gómez; un análisis centrado en el programa computacional Quattro-Pro®, elaborado por Luis Manfredo Reyes Chávez y una serie de estudios sobre sapotáceas, cuyo artículo se debe a César Azurdia, Edgar Martínez Tambito y Helmer Ayala.

Es justo acá un reconocimiento especial a Mario Véliz por sus frecuentes contribuciones, no únicamente en el plano de la escritura, sino también en el arte de sus dibujos que tan elegantemente ilustran este número de Tikalia.

David Pinto Díaz
Coordinador del
Comité Editorial

CONTENIDO

- 7 Resúmenes
- 9 Análisis de regresión con Quattro-pro®
Luis Manfredo Reyes Chávez
- 27 Evaluación de tres dosis del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para el control de chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Siquinalá, Escuintla
Alvaro Gustavo Hernández Dávila
Carlos Otoniel Núñez Alvarado
Rogelio Gómez
- 59 Clave dicotómica para las familias de musgos de Guatemala
Mario E. Véliz Pérez
Ernesto Carrillo
- 83 Distribución, variabilidad y riesgo de erosión genética de algunas sapotáceas en Guatemala
Edgar Martínez
César Azurdia
Helmer Ayala

RESÚMENES

Análisis de regresión con Quattro-pro®. Luis Manfredo Reyes Chávez.

Tomando en cuenta que el análisis de regresión es una herramienta muy utilizada en la investigación y que tradicionalmente sólo ha estado disponible en paquetes estadísticos muy grandes y caros, en este artículo se revisa la capacidad del programa Quattro-Pro que permite de una manera sencilla efectuar diversos análisis de regresión, tanto simple, como múltiple y polinomial.

Se presentan a consideración de estudiantes y profesionales, plantillas de cálculo (a disposición de los interesados en la Subárea de Matemática y Física) para ajustar datos a los siguientes modelos de regresión: a) Cinco modelos distintos de regresión simple: lineal, logarítmica, geométrica, cuadrática, raíz cuadrada; b) Regresión Múltiple con 2, 3, 4, 5 variables independientes y c) Regresión polinomial Grado 3, 4 y 5.

Evaluación de tres dosis del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para el control de chinche salivosa *Aeneolamia* sp. en caña de azúcar *Saccharum officinarum* L., en Siquinalá, Escuintla. Alvaro Hernández, Carlos Otoniel Núñez Alvarado y Rogelio Gómez.

Se evaluaron tres dosis del hongo: un testigo absoluto, 31.25, 62.50 y 125 gramos/hectárea, aplicados a caña de azúcar de la variedad CP 72-2086, para determinar el efecto del hongo, al aplicarse con insecticida biológico, en aplicación terrestre a ninfas y en aplicación aérea a adultos de chinche salivosa, (Homóptera: *cercopidae*).

Se realizaron dos experimentos, cada uno con un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada experimento se realizó en un lote diferente y de la misma edad, utilizando los mismos tratamientos. El análisis de varianza y la prueba múltiple de medias de Tukey para la variable «índice de infestación», presentó diferencias significativas.

Se determinó que la mejor dosis del hongo es la de 125 gramos/hectárea, seguida de la de 31.25 gramos/hectárea. Ello indica que existe una relación inversa entre el aumento de la dosis y el número de ninfas vivas/tallo encontradas posteriormente a su aplicación. La rentabilidad mostró que existen mínimas diferencias al aplicar las distintas dosis, en función de los rendimientos.

Clave dicotómica para las familias de musgos de Guatemala. Mario E. Véliz Pérez.

En este artículo se dan a conocer 47 Familias diferentes de musgos, las cuales cuentan con 521 Especies y 3 Variedades. El estudio contiene aspectos relevantes de la diversidad florística de la División X, *Bryophyta*, la clave dicotómica para determinar los Órdenes de *Bryopsida* y la diversidad de *Bryopsida* en Guatemala.

Como componente medular, se presenta la clave dicotómica para poder determinar las diferentes Familias de Musgos del Orden Bryales reportadas para Guatemala.

Al final, se añade un breve glosario con algunos términos específicos empleados con este tipo de vegetales.

Distribución, variabilidad y riesgo de erosión genética de algunas sapotáceas en Guatemala. Ing. Agr. M.Sc. Edgar Martínez, Dr. César Azurdia e Ing. Agr. Helmer Ayala.

Síntesis de varios artículos publicados en el *Boletín de Recursos Fitogenéticos* (REGEVE) donde se examina la riqueza genética de las sapotáceas y su relación con la vegetación en Petén. Se estudia la distribución, variabilidad y riesgo de erosión genética del injerto (*Pouteria viridis*), del caimito (*Chrysophyllum cainito*), y del canistel o caca de niño (*Pouteria campechiana*).

Se concluye que gran parte de la variabilidad genética del género *Pouteria* se encuentra en las áreas forestales y montañosas donde aún no se ha explorado, pese a su importancia nutricional y económica, su contribución en el mantenimiento de la biodiversidad y en la preservación de genotipos con valor potencial. Las sapotáceas, dominantes en la vegetación de Petén, constituyen una rica y diversa reserva natural utilizable en el mejoramiento de materiales cultivados en otras regiones, por lo que se requiere el diseño de políticas públicas para su conservación.

INFORMÁTICA

ANÁLISIS DE REGRESIÓN CON QUATTRO-PRO®

Luis Manfredo Reyes Chávez



INTRODUCCIÓN

En este artículo se revisa la capacidad del programa Quattro-Pro para el análisis de regresión, tanto simple, como múltiple y polinomial.

Se presentan a consideración de estudiantes y profesionales, plantillas de cálculo para ajustar datos a los siguientes modelos de regresión:

- a) Cinco modelos distintos de regresión simple: lineal, logarítmica, geométrica, cuadrática, raíz cuadrada.
- b) Regresión Múltiple con 2, 3, 4, 5 variables independientes.
- c) Regresión polinomial Grado 3, 4 y 5.

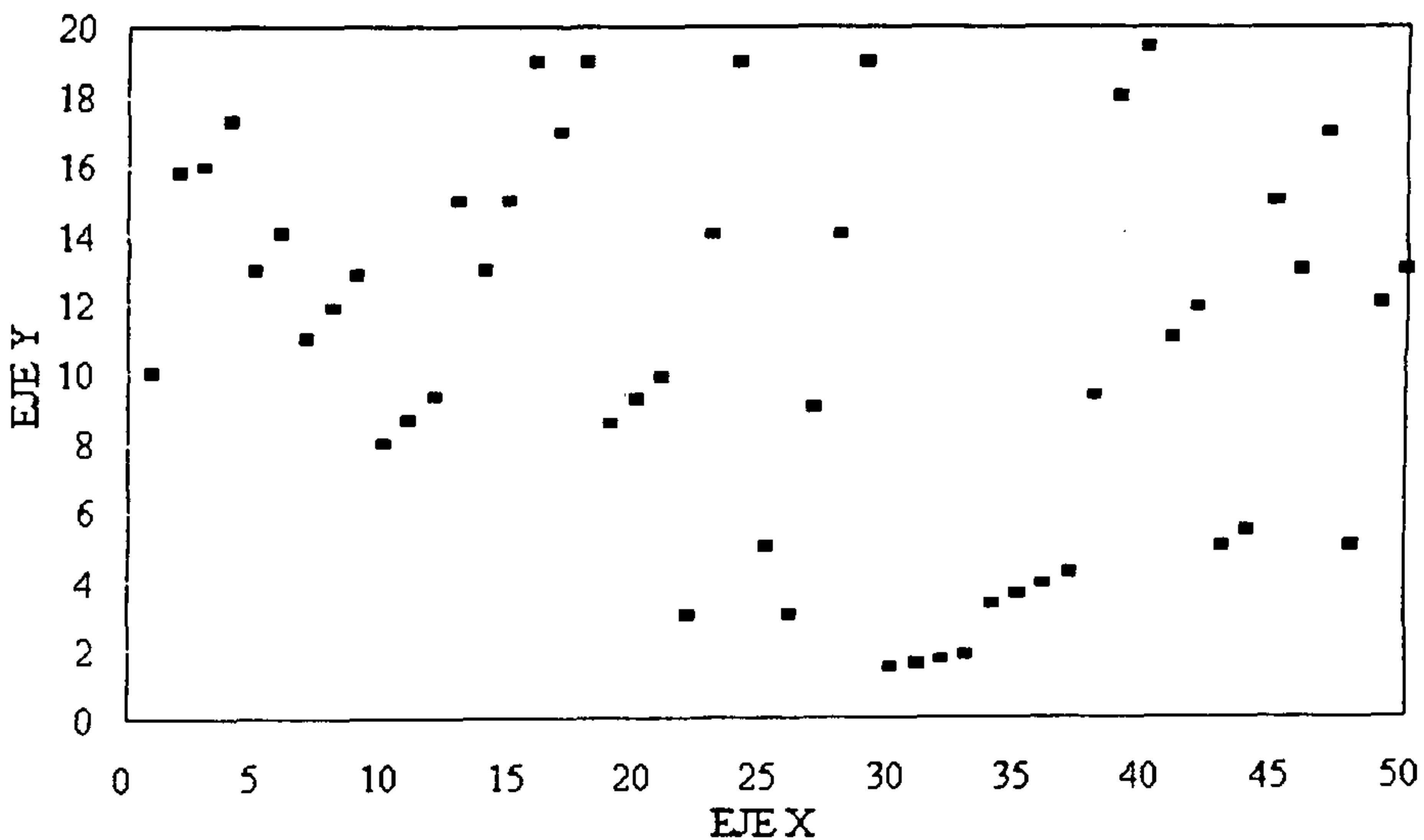
Las plantillas que se presentan están a disposición de todos los interesados en la Subárea de Matemática y Física, Facultad de

Agronomía de la Universidad de San Carlos,
Oficina A-21 del Edificio T-8, Ciudad Univer-
sitaria zona 12.

I GENERALIDADES SOBRE EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN

La regresión es una herramienta muy utilizada en la investigación y que tradicionalmente sólo ha estado disponible en paquetes estadísticos muy grandes y caros. Sin embargo, Quattro-Pro permite de una manera sencilla efectuar diversos análisis de regresión tanto simple como múltiple.

Figura 1
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN



Método de mínimos cuadrados para el modelo lineal

Suponemos un conjunto de n pares de datos (x_i, y_i) , que al ser graficados en un plano cartesiano bidimensional presentan una disposición conocida como nube de puntos o diagrama de dispersión, tal como se aprecia en la Gráfica 1.

En teoría, en este plano pueden pasar infinito número de líneas rectas, con ecuación $Y_i = A + Bx_i$, donde A representa la ordenada en el origen (intercepto) y B representa la pendiente de la recta.

Sin embargo, de todas ellas, hay una y sólo una donde se cumple la siguiente condición:

«La sumatoria de los cuadrados de las desviaciones de las y_i verdaderas respecto a las y_i sobre la recta para un mismo valor x_i es un mínimo»

Esto, en notación adecuada se representa como:

$$\sum (y_i - (a + bx_i))^2 \text{ es un mínimo}$$

Debido a que A y B son parámetros desconocidos, se utilizan los estimadores «a» y «b» en sustitución.

Para que se cumpla la condición de **mínimo**, es requisito que la derivada parcial de la expresión respecto a x sea cero.

Al desarrollar la expresión, derivar y despejar, se obtiene un conjunto de ecuaciones, llamadas Ecuaciones Normales, las cuales permiten estimar los valores de a y b .

*Para que se cumpla la condición de **mínimo**, es requisito que la derivada parcial de la expresión respecto a x sea cero.*

Regresión simple no lineal

Este método, conocido como de **Mínimos cuadrados**, permite que se puedan ajustar diversos modelos además del lineal. Entre ellos, podemos mencionar:

Geométrico o exponencial $y_i = a \cdot b^{x_i}$
o su equivalente linealizado:

$$\text{Ln } y_i = \text{Ln } a + x_i \cdot \text{Ln } b$$

Logarítmico o potencial $y_i = a \cdot x_i^b$
o su equivalente linealizado:

$$\text{Ln } y_i = \text{Ln } a + b \cdot \text{Ln } x_i$$

Regresión múltiple

En un modelo de regresión múltiple, se tiene un conjunto de n variables independientes, que se supone influyen sobre otra, llamada dependiente. La forma general de una regresión múltiple es:

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + \dots + b_n x_{ni}$$

donde:

y_i : variable dependiente

b_0, b_1, \dots, b_n : coeficientes de regresión

$x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$: variables independientes

En el caso de una regresión múltiple, el número de ecuaciones normales que se requiere resolver es igual a $n+1$, donde n es el número de variables independientes que se tienen.

En el caso de una regresión múltiple, el número de ecuaciones normales que se requiere resolver es igual a $n+1$, donde n es el número de variables independientes que se tienen.

Regresión polinomial

El método de mínimos cuadrados permite también el ajuste de parejas de datos a polinomios, siendo el caso más elemental el de un polinomio cuadrático: $y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 x_i^2$

También es conveniente mencionar que existe un modelo que ha sido usado mucho en la investigación agrícola de la FAUSAC, que es el llamado **modelo raíz cuadrada**, cuya ecuación es:

$$y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 (x_i)^{0.5}$$

El número de ecuaciones normales que se generan, es igual a $n+1$, donde n es el grado del polinomio a ajustar.

II DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTILLAS DE CÁLCULO ELABORADAS

Las plantillas de cálculo que se elaboraron están contenidas en los siguientes archivos de Quattro-Pro:

- a) SIMPLE.WQ1: Lineal, geométrico, logarítmico, cuadrático y raíz cuadrada,
- b) MULTI2.WQ1: Regresión múltiple con 2 independientes,
- c) MULTI3.WQ1: Regresión múltiple con 3 independientes,
- d) MULTI4.WQ1: Regresión múltiple con 4 independientes,
- e) MULTI5.WQ1: Regresión múltiple con 5 independientes,

- f) POLY3.WQ1: Regresión polinomial grado 3,
- g) POLY4.WQ1: Regresión polinomial grado 4, y
- h) POLY5.WQ1: regresión polinomial grado 5.

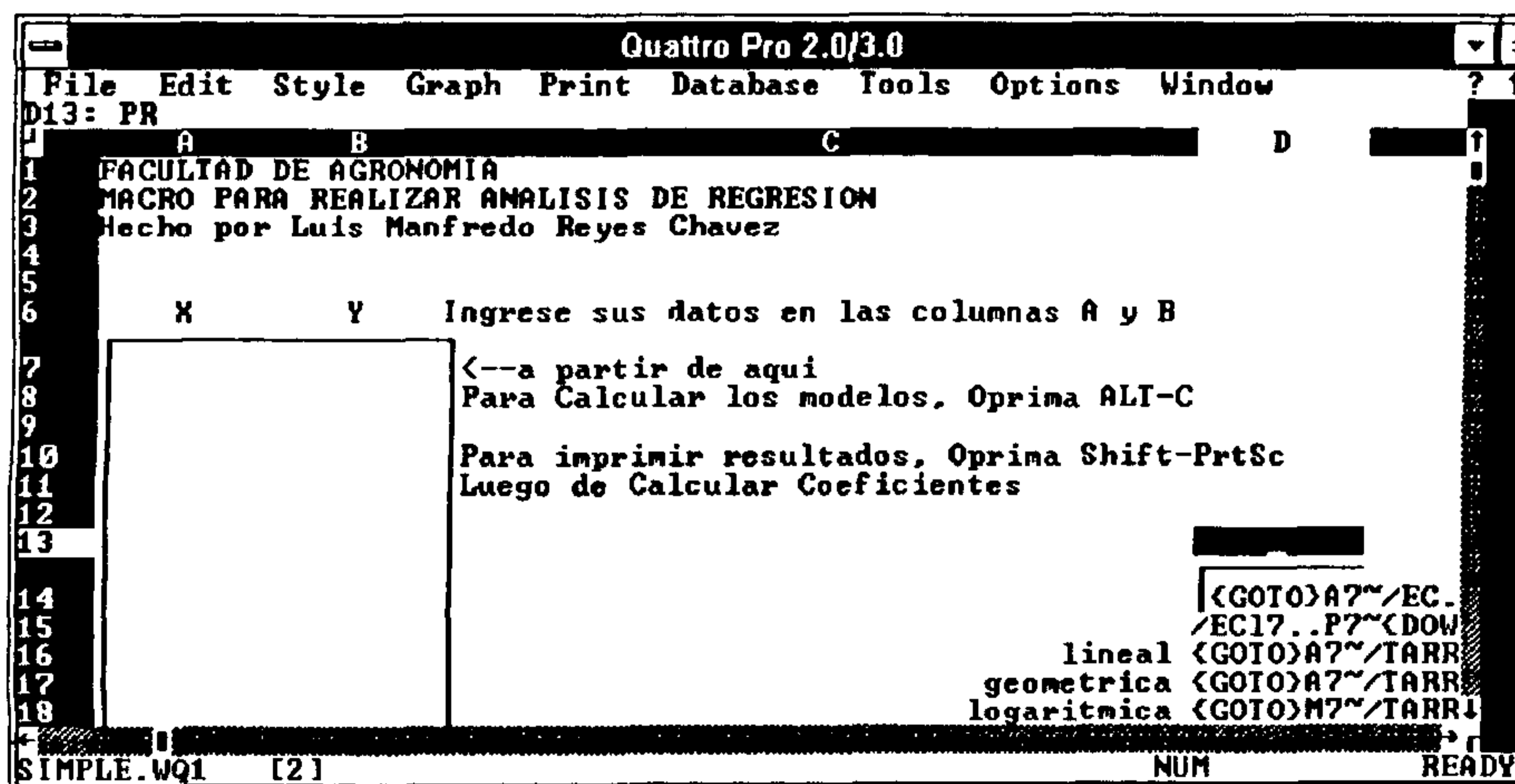
Debido a que en la Facultad de Agronomía se ha acostumbrado calcular las regresiones cuadrática y raíz cuadrada junto con los modelos simples, se han incluido estas dos en el archivo «SIMPLE».

Modelos de regresión simple

Para el uso de esta plantilla, se sigue el siguiente procedimiento:

- a) Abrir el archivo de trabajo: [/] [File] [Open] SIMPLE [Enter]

Figura 2
PLANTILLA DE INGRESO DE DATOS
DEL MODELO DE REGRESIÓN SIMPLE



- b) Ingresar los datos de los pares de observaciones (x, y) en las columnas A y B. La cantidad de parejas no está limitada. Si se necesita efectuar cambios, se usa el modo de edición de Quattro-Pro.
- c) Calcular los coeficientes de los modelos [Alt][C]. Luego de los cálculos, se presenta una tabla resumen donde se tienen los coeficientes de cada modelo y su coeficiente de determinación.
- d) Si se desea impresión, se oprime [Shift][Print-Screen].
- e) Para abandonar la aplicación: [Alt][File][Close]. Cuando el programa pregunta: Lose your changes? ingresar [Yes].

La plantilla de ingreso de datos se presenta en la Figura 2, y la tabla de resultados, en la Figura 3.

Figura 3
TABLA DE RESULTADOS
DEL MODELO DE REGRESIÓN SIMPLE

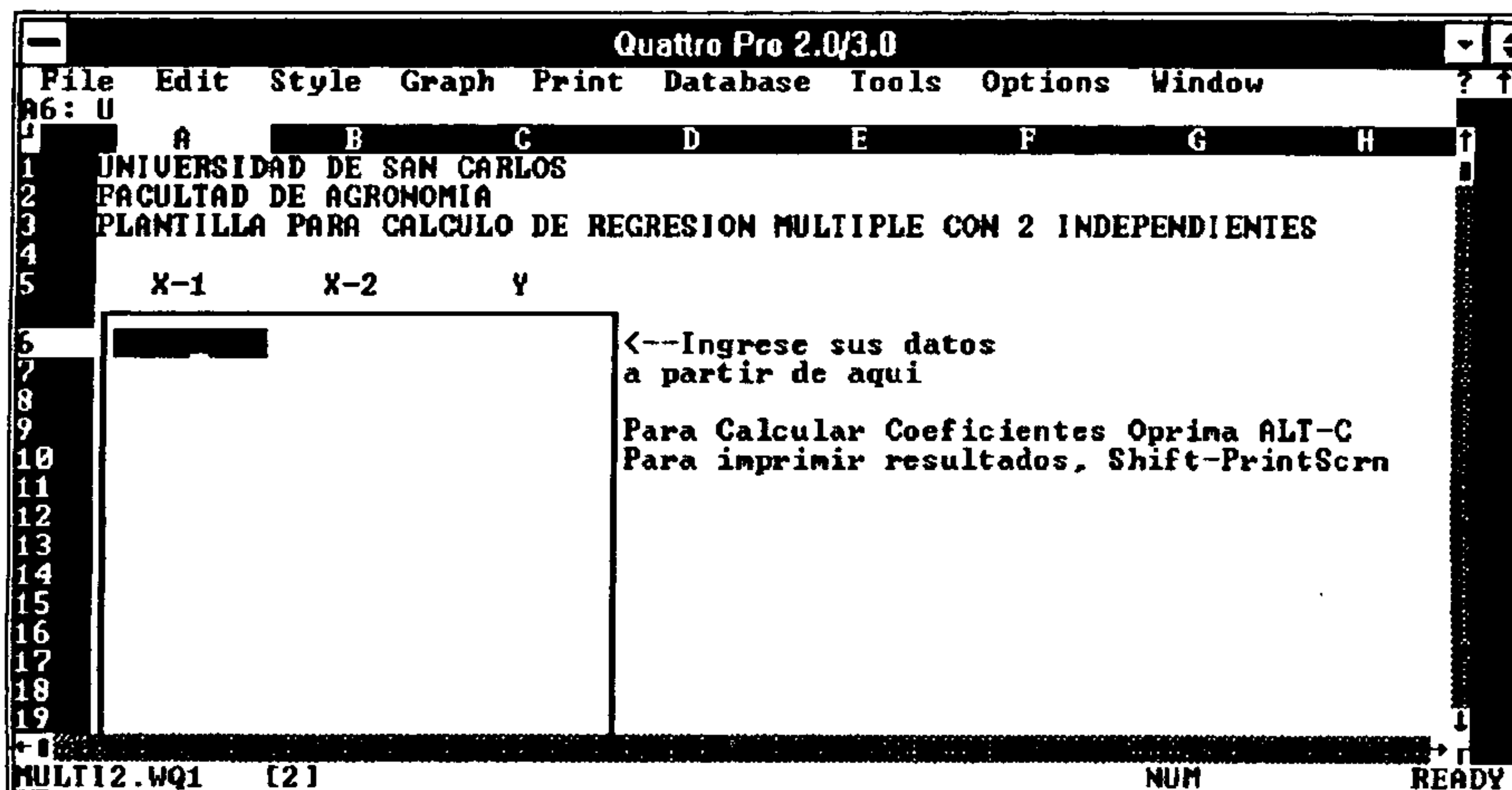
MODELO	B0	B1	B2	R^2
LINEAL	0	0	--	0
GEOMETRICO	1	1	--	0
LOGARITMICO	1	0	--	0
CUADRATICO	0	0	0	0
RAIZ CUADRADA	0			0

Modelos de regresión múltiple

Para el uso de estas plantillas, se procede así:

- Abrir el archivo de trabajo: [//][File] [Open] MULTI2 [Enter]. Dependiendo del número de variables independientes, se usa MULTI2, MULTI3, MULTI4, o MULTI5.
- Ingresar los datos de las observaciones; primero de todas las variables independientes (x), y finalmente de la variable dependiente (y) en las columnas que se requieran. La cantidad de observaciones no está limitada. Si se necesita efectuar cambios, se usa el modo de edición de Quattro-Pro.
- Calcular los coeficientes del modelo: [Alt]

Figura 4
PLANTILLA DE INGRESO DE DATOS
DEL MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE



- [C]. Luego de los cálculos, se presenta una tabla resumen donde se tienen los coeficientes del modelo y su coeficiente de determinación.
- d) Si se desea impresión, se oprime [**Shift**] [**Print-Screen**].
- e) Para abandonar la aplicación: [/] [**File**] [**Close**]. Cuando el programa pregunta: Lose your changes? ingresar [**Yes**].

La plantilla de ingreso de datos se presenta en la Figura 4 y la tabla de resultados en la Figura 5.

Modelos de regresión polinomial

Para el uso de estas plantillas, se procede así:

- a) Abrir el archivo de trabajo: [/] [**File**]

Figura 5
TABLA DE RESULTADOS
DEL MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

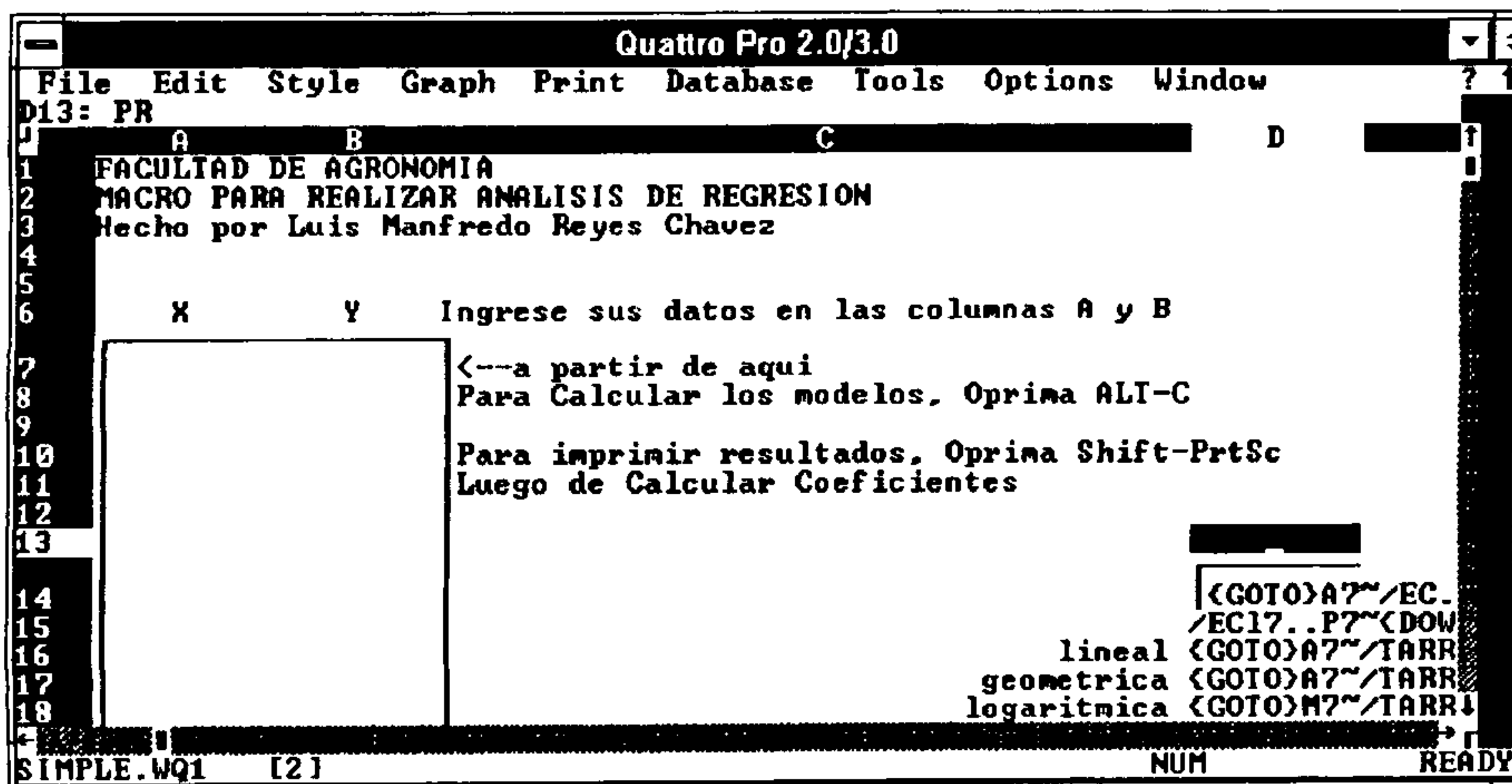
The screenshot shows the Quattro Pro 2.0/3.0 interface. The menu bar includes File, Edit, Style, Graph, Print, Database, Tools, Options, and Window. The window title is 'AA11: PR [W30]'. The spreadsheet content is as follows:

	AA	AB	AC	AD	AE
1	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS				
2	FACULTAD DE AGRONOMIA				
3					
4	ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE CON 2 INDEPENDIENTES				
5					
6	Coeficientes:				
7	b0=				0
8	b1=				0
9	b2=				0
10	Coeficiente de Determinacion=				0
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

The status bar at the bottom shows 'MULTI2.WQ1 [2]' on the left, 'NUM' in the center, and 'READY' on the right.

- [Open] POLY3 [Enter]. Dependiendo del número de variables independientes, se usa POLY3, POLY4, o POLY5.
- Ingresar los datos de las observaciones de las variables «x» (Columna A) y variable «y» (Columna B). La cantidad de observaciones no está limitada y no es necesario que estén ordenados respecto a x. Si se necesita efectuar cambios, se usa el modo de edición de Quattro-Pro.
 - Calcular los coeficientes del modelo: [Alt] [C]. Luego de los cálculos, se presenta una tabla resumen donde se tienen los coeficientes del modelo y su coeficiente de determinación.
 - Si se desea impresión, se oprime [Shift] [Print-Screen].

Figura 6
PLANTILLA DE INGRESO DE DATOS
DEL MODELO DE REGRESIÓN POLINOMIAL



- e) Para abandonar la aplicación: [/][File] [Close]. Cuando el programa pregunta: Lose your changes? ingresar [Yes].

La plantilla de ingreso de datos se presenta en la Figura 6 y la tabla de resultados en la Figura 7.

III DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS PLANTILLAS DE CÁLCULO

Para los interesados en detalles técnicos para implementar sus propias plantillas, o que no puedan presentarse a la Facultad de Agronomía a obtener sus copias gratuitas, se presentan los detalles de cómo están construidas.

Figura 7
• TABLA DE RESULTADOS
DEL MODELO DE REGRESIÓN POLINOMIAL

The screenshot shows the Quattro Pro 2.0/3.0 interface. The menu bar includes File, Edit, Style, Graph, Print, Database, Tools, Options, and Window. The title bar reads 'AA1: PR [W32] 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS'. The spreadsheet content is as follows:

	AA	AB	AC	AD	AE
1	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS				
2	FACULTAD DE AGRONOMIA				
3					
4	ANALISIS DE REGRESION POLINOMIAL GRADO 3				
5					
6	Coeficientes:				
7	b0=	-1170.72			
8	b1=	9.624509			
9	b2=	0.010596			
10	b3=	-1.4E-07			
11	Coeficiente de Determinacion=	0.99999			
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

The status bar at the bottom shows 'POLY3.WQ1 [3] NUM'.

Para la definición de los macros, se usa el editor de macros de Quattro-Pro.

El texto que se presenta en cada una de ellas sirve para darle sentido a los datos que se ingresan y a los resultados que se obtienen, de modo que debe ingresarse en cada plantilla. Sin embargo, las fórmulas y los macros sí se describen con detalle, para efectos de implementación.

SIMPLE.WQ1

- A7..Ann Datos de la variable «x». El número de observaciones está limitado solamente por la memoria de la computadora donde se ejecuta el proceso.
- B7..Bnn Datos de la variable «y». El número de datos debe ser apareado, es decir que a cada «x» siempre le corresponda un «y».
- K7..Knn Vector x copiado por el macro. No debe ingresarse datos.
- L7 $+K7^2$ (sirve para el modelo cuadrático).
- M7 $@\ln(K7)$ sirve para los modelos geométrico y logarítmico.
- N7 $@\ln(B7)$ sirve para los modelos geométrico y logarítmico.
- P7 $O7^{0.5}$ Para el modelo raíz cuadrada.
- K8..Pnn Datos generados por el macro.
- O25..O34 Resultados del modelo lineal (se genera por el macro).
- O35..O44 Resultados del modelo geométrico (es generado por el macro).
- O45..O54 Resultados del modelo logarítmico (es generado por el macro).
- O55..O64 Resultados del modelo cuadrático (es generado por el macro).

O65..O74 Resultados del modelo raíz cuadrada (es generado por el macro).

AB7	+F26	b0 del modelo lineal.
AC7	+E32	b1 del modelo lineal.
AE7	+F28	r cuadrado del modelo lineal.
AB8	@EXP(F36)	b0 del modelo geométrico.
AC8	@EXP(E42)	b1 del modelo geométrico.
AE8	+F38	r cuadrado del modelo geométrico.
AB9	@EXP(F46)	b0 del modelo logarítmico.
AC9	+E52	b1 del modelo logarítmico.
AE9	+F48	r cuadrado del modelo logarítmico.
AB10	+F56	b0 del modelo cuadrático.
AC10	+E62	b1 del modelo cuadrático.
AD10	+F62	b2 del modelo cuadrático.
AE10	+F58	r cuadrado del modelo cuadrático.
AB11	+F66	b0 del modelo raíz cuadrada.
AC11	+E72	b1 del modelo raíz cuadrada.
AD11	+F72	b2 del modelo raíz cuadrada.
AE11	+F68	r cuadrado del modelo raíz cuadrada.

El macro «C» que ejecuta el proceso de cálculo es el siguiente:

```
{GOTO}A7~/EC..{END}{DOWN}~K7~{GOTO}L7~/
ECL7..P7~{DOWN}..{LEFT}{END}{DOWN}{RIGHT}~
{GOTO} A7~/TARRI..{END} {DOWN}~D{RIGHT}..
{END}{DOWN}~OC25~YCG{GOTO}A7~/TARRI..
{END}{DOWN}~Q{GOTO}N7~/TARD..{END}
{DOWN} ~OC35~YCG{GOTO}M7~/TARRI.. {END}
{DOWN}~Q{GOTO}N7~/TARD.. {END} {DOWN}
~OC45 ~YCG{GOTO}K7~/TARRI.. {END}
{DOWN} {RIGHT}~Q{GOTO}B7~/TARD..
{END}{DOWN}~OC55~YCG{GOTO}O7~/TARRI..
```

```
{END}{DOWN} {RIGHT}~Q{GOTO}B7~/TARD..
{END} {DOWN}~OC65~YCG{GOTO}AA1~
```

MULTI2.WQ1

A6..Ann vector x1 (Cualquier cantidad de datos).
 B6..Bnn vector x2.
 C6..Cnn vector y.
 I6 Salida de resultados generada por el macro.

AB7	+L7	b0.
AB8	+K13	b1.
AB9	+L13	b2.
AB10	+L9	r cuadrado del modelo.

El macro «C» que ejecuta los cálculos es el siguiente:

```
{GOTO}A6~/TARRI..{RIGHT} {END}{DOWN}~Q
{RIGHT} {RIGHT}/TARD..{END} {DOWN} ~
YCOI6~G {GOTO}AA1
```

MULTI3.WQ1

A6..Ann vector x1 (Cualquier cantidad de datos).
 B6..Bnn vector x2.
 C6..Cnn vector x3.
 D6..Dnn vector y.
 I6 salida de resultados generada por el macro.

AB7	+M7	b0.
AB8	+K13	b1.
AB9	+L13	b2.
AB10	+M13	b3.
AB11	+M9	r cuadrado del modelo.

El macro «C» que ejecuta los cálculos es el siguiente:

```
{GOTO}A6~/TARRI..{RIGHT}{RIGHT} {END}
{DOWN} ~Q{RIGHT}{RIGHT}{RIGHT}
/TARD.. {END} {DOWN}~YCOI6~G{GOTO}AA1
```

MULTI4.WQ1

A6..Ann vector x1 (Cualquier cantidad de datos).
 B6..Bnn vector x2.
 C6..Cnn vector x3.
 D6..Dnn vector x4.
 E6..Enn vector y.
 I6 salida de resultados generada por el
 macro.
 AB7 +L7 b0.
 AB8 +K13 b1.
 AB9 +L13 b2.
 AB10 +M13 b3.
 AB11 +N13 b4.
 AB12 +L9 r cuadrado del modelo.

El macro «C» que ejecuta los cálculos es el siguiente:

```
{GOTO}A6~/TARRI..{RIGHT}{RIGHT}{RIGHT}
{END}{DOWN}~Q{GOTO}E6~/TARD.. {END}
{DOWN} ~YCOI6~G{GOTO}AA1
```

MULTI5.WQ1

A6..Ann vector x1 (Cualquier cantidad de datos).
 B6..Bnn vector x2.
 C6..Cnn vector x3.
 D6..Dnn vector x4.
 E6..Enn vector x5.
 F6..Fnn vector y.
 I6 salida de resultados generada por el
 macro.

AB7	+L7	b0.
AB8	+K13	b1.
AB9	+L13	b2.
AB10	+M13	b3.
AB11	+N13	b4.
AB12	+O13	b5.
AB13	+L9	r cuadrado del modelo.

El macro «C» que ejecuta los cálculos es el siguiente:

```
{GOTO}A6~/TARRI..{RIGHT}{RIGHT}{RIGHT}
{RIGHT} {END}{DOWN}~Q{GOTO} F6~/
TARD..{END}{DOWN}~YCOI6~G{GOTO}AA1
```

POLY3.WQ1

A6..Ann	vector x.
B6..Bnn	vector y.
E6..Enn	vector x generado por el macro.
F6	+E6 ² (debe ingresarse la fórmula).
G6	+E6 ³ (debe ingresarse la fórmula).
E7..Gnn	generado por el macro.
I6	salida de regresión generada por el macro.
AB7	+L7 b0.
AB8	+K13 b1.
AB9	+L13 b2.
AB10	+M13 b3.
AB11	+L9 r cuadrado del modelo.

El macro «C» que ejecuta el proceso de ajuste del modelo es el siguiente:

```
{GOTO}A6~/EC..{END}{DOWN}~E6~{GOTO} E6~
{RIGHT}/EC..{RIGHT}~{DOWN} ..{LEFT}{END}
{DOWN}{RIGHT} ~{LEFT}/TARRI..{END}{RIGHT}
{END}{DOWN} ~Q{GOTO}B6~/TARD..{END}
{DOWN} YCOI6~G{GOTO}AA1~
```

POLY4.WQ1

A6..Ann vector x.
 B6..Bnn vector y.
 E6..Enn vector x generado por el macro.
 F6 +E6^2 (debe ingresarse la fórmula).
 G6 +E6^3 (debe ingresarse la fórmula).
 H6 +E6^4 (debe ingresarse la fórmula).
 E7..Hnn generado por el macro.
 I6 salida de regresión generada por el macro.
 AB7 +L7 b0.
 AB8 +K13 b1.
 AB9 +L13 b2.
 AB10 +M13 b3.
 AB11 +N13 b4.
 AB12 +L9 r cuadrado del modelo.

El macro «C» que ejecuta el proceso de ajuste del modelo es el siguiente:

```

{GOTO}A6~/EC..{END}{DOWN}~E6~{GOTO} E6~
{RIGHT}/EC..{RIGHT}{RIGHT}~ {DOWN}..{LEFT}
{END}{DOWN}{RIGHT}~{LEFT}/TARRI..{RIGHT}
{RIGHT} {RIGHT}{END}{DOWN}~Q{GOTO}B6~/
TARD..{END}{DOWN}YCOI6~G{GOTO}AA1~
  
```

POLY5.WQ1

A6..Ann vector x.
 B6..Bnn vector y.
 E6..Enn vector x generado por el macro.
 F6 +E6^2 (debe ingresarse la fórmula).
 G6 +E6^3 (debe ingresarse la fórmula).
 H6 +E6^4 (debe ingresarse la fórmula).
 I6 +E6^5 (debe ingresarse la fórmula).
 E7..Inn generado por el macro.

J6	salida de regresión generada por el macro.	
AB7	+M7 b0.	
AB8	+L13	b1.
AB9	+M13	b2.
AB10	+N13	b3.
AB11	+O13	b4.
AB12	+P13	b5.
AB13	+M9	r cuadrado del modelo.

El macro «C» que ejecuta el proceso de ajuste del modelo es el siguiente:

```
{GOTO}A6~/EC..{END}{DOWN}~E6~{GOTO} E6~
{RIGHT}/EC..{RIGHT}{RIGHT} {RIGHT}~
{DOWN}.. {LEFT} {END}{DOWN}{RIGHT}~
{LEFT}/TARRI..{RIGHT}{RIGHT}{RIGHT}
{RIGHT} {END}{DOWN}~Q{GOTO}B6~/TARD..
{END} {DOWN}YCOI6~G {GOTO}AA1~
```

ENTOMOLOGÍA

EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Metarhizium anisopliae* PARA EL CONTROL DE LA CHINCHE SALIVOSA *Aeneolamia sp.* EN CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum* L., EN SIQUINALÁ, ESCUINTLA

Alvaro Gustavo Hernández Dávila
Carlos Otoniel Núñez Alvarado
Rogelio Gómez



INTRODUCCIÓN

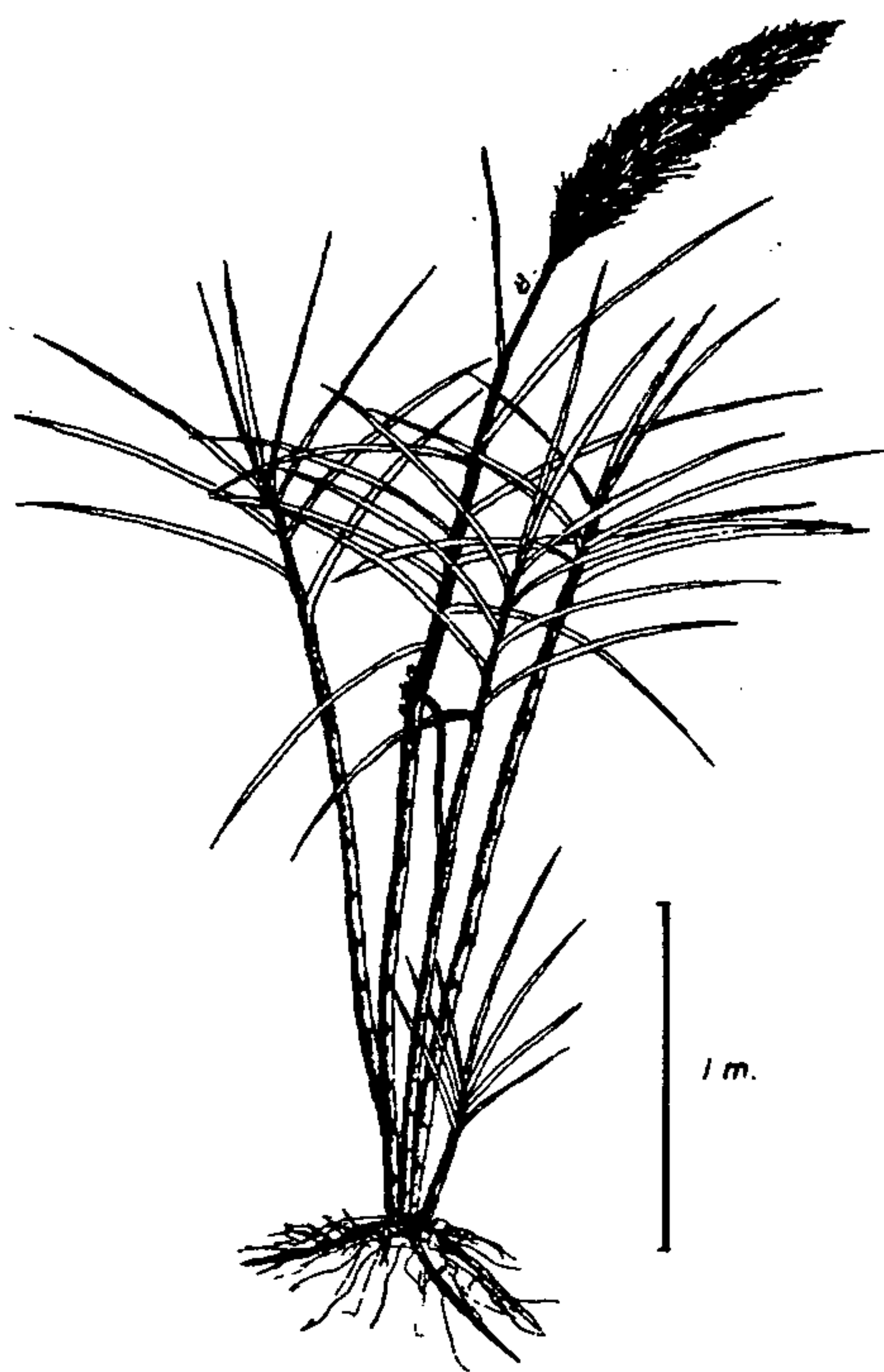
El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Guatemala ocupa actualmente un área de 119,552 hectáreas. Se exporta a los diversos mercados un 60% del total de dicha producción. Además entre las actividades agroindustriales de la región cañera, este cultivo es el que exige mayor cantidad de mano de obra en la época de cosecha, de ahí su importancia socioeconómica para la región y el país. Sin embargo, uno de los factores más limitantes en la producción de caña de azúcar, son los insectos. Entre ellos la plaga conocida comúnmente como chinche salivosa *Aeneolamia sp.* es la de mayor incidencia principalmente en la época de lluvia [Reaño, 1984]. Esta plaga puede causar la reducción de la producción de azúcar hasta

en un 40% o más, dependiendo de la severidad del daño [Ferrer y Torres, 1984]. En Guatemala durante la última década se ha impulsado el manejo integrado de plagas (MIP) como una nueva forma de manejo de las poblaciones nocivas en los agroecosistemas.

En Guatemala no se tienen experiencias acerca del uso de estas prácticas de control de insectos, por lo que se hace necesario realizar ensayos, por medio de los cuales se pueda obtener información técnica y científica acerca de la forma como actúan las mencionadas prácticas. El estudio se llevó a cabo en los meses de agosto a noviembre de 1994, un ensa-

yo para evaluar el efecto causado por tres dosis (31.25, 62.50; 125 gramos de conidias por hectárea) del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre las poblaciones de ninfa y adulto de la chinche salivosa *Aeneolamia* sp. La variedad de caña cultivada fue CP 72-2086 de nueve meses de edad y cinco cortes, en la finca San Bonifacio, Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

El hongo utilizado es muy efectivo como medida de control biológico y a diferencia de los insecticidas químicos utilizados actualmente, disminuye la contaminación y daños a la salud.



Saccharum officinarum L.

I REVISIÓN DE LITERATURA

Características de la caña de azúcar

SISTEMA RADICULAR. Constituye el anclaje de los tallos y el medio de absorción de nutrientes y agua del suelo. El sistema radicular de la caña está formado por dos tipos de raíces: las raíces primordiales radiculares localizadas en el anillo de crecimiento del trozo original que se siembra. Las raíces permanentes que son las que brotan de los anillos de crecimiento radicular de los nuevos macollos. Éstas son más numerosas, gruesas y de rápido crecimiento y su proliferación está acorde al desarrollo de la planta [Amaya, 1986].

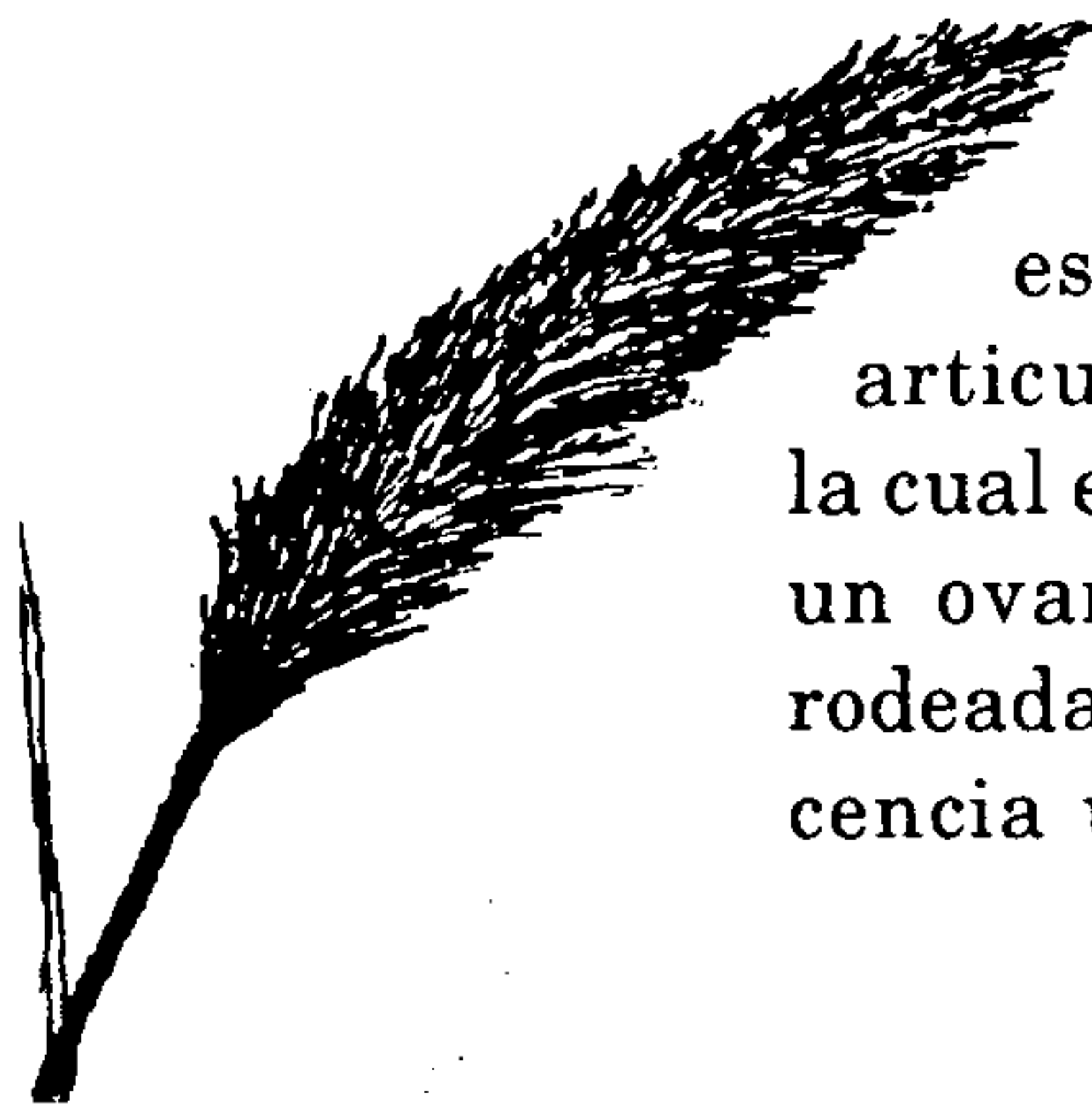
TALLO. Es la parte de la caña de azúcar que presenta mayor valor económico, porque, en él se almacenan los azúcares. La caña forma cepas constituidas por la aglomeración de tallos que se originan inicialmente de las yemas de la semilla vegetativa y posteriormente de las yemas de los nuevos brotes subterráneos. El número, color, grosor y el hábito de crecimiento, dependen principalmente de las variedades. El tallo de una cepa se denomina primario, si se origina de una yema vegetativa original; secundario si se origina del tallo secundario, etc. Los tallos están formados por una serie de nudos separados por los entrenudos en donde se localizan las yemas y las hojas. El nudo es la porción dura de la caña constituido por tejido fibroso y que separa dos entrenu-

Los tallos están formados por una serie de nudos separados por los entrenudos en donde se localizan las yemas y las hojas. El nudo es la porción dura de la caña constituido por tejido fibroso y que separa dos entrenudos vecinos.

dos vecinos. El nudo comprende el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La yema es la parte más importante de la semilla por que de ella se originan los tallos nuevos [Amaya, 1986].

LA HOJA. Éstas se originan en cada nudo y están distribuidas en forma alterna a medida que el tallo crece. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina. La unión entre éstas dos partes se denomina lígula y en cada extremo de ella existe una aurícula con pubescencia variable. La forma y color de la lígula, así como la forma de la aurícula son características importantes en la diferenciación de variedades. La lámina foliar es la que realiza la fotosíntesis. En la lámina foliar existe una nervadura central que la recorre en toda su longitud y paralela a ésta se encuentran las nervaduras secundarias. Los bordes de las hojas presentan forma aserrada [Amaya, 1986].

LA FLOR. La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa denominada espiga, constituida por un eje principal en donde se insertan las espiguillas, dispuestas por pares en cada articulación, en donde se encuentra la flor, la cual es hermafrodita con tres anteras y tiene un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pelos largos que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso [Amaya, 1986].

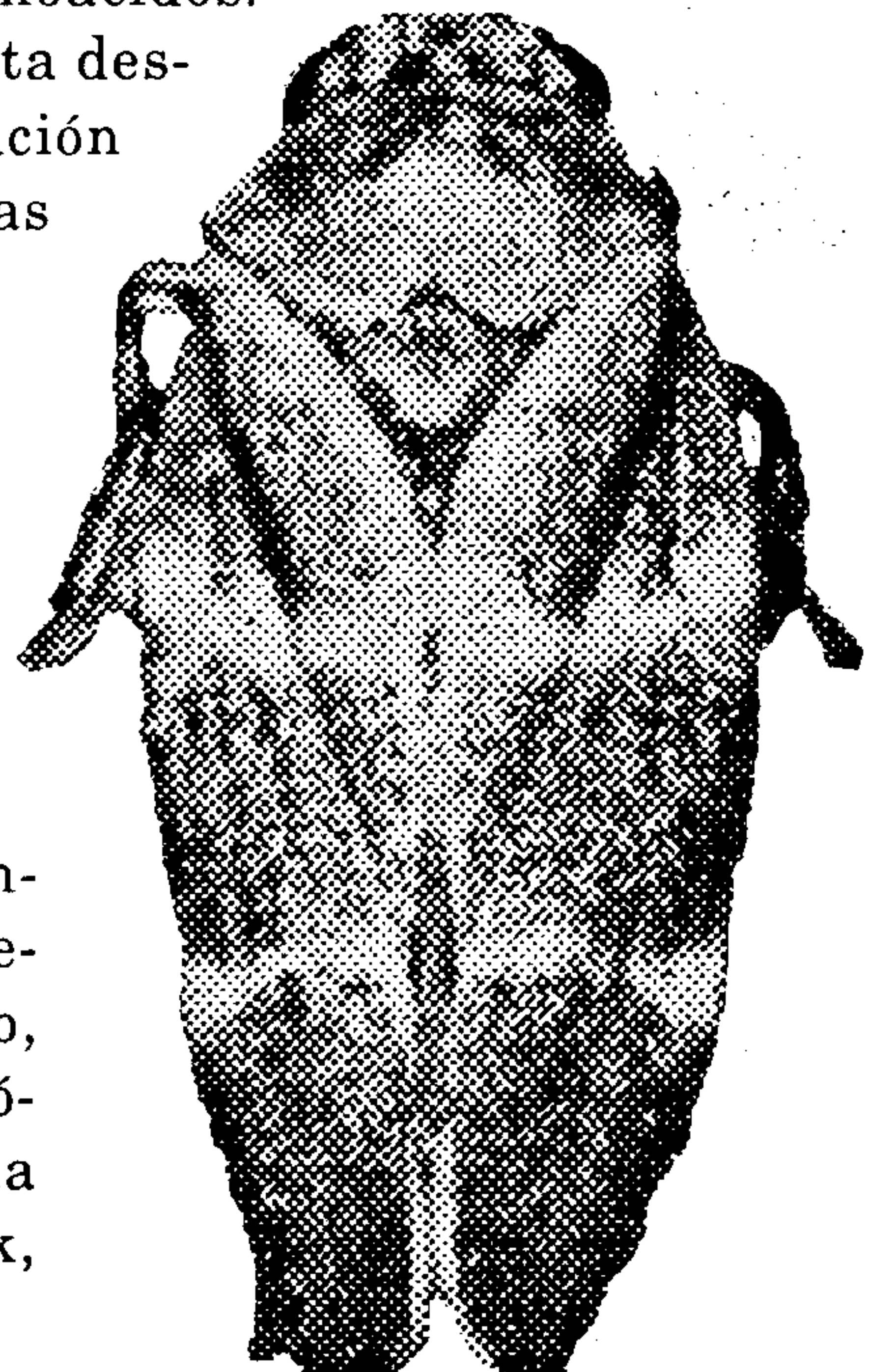


Plagas en caña de azúcar

En general, para las empresas Pantaleón S.A. y Concepción S.A., uno de los problemas económicos de trascendencia, en cuanto a la disminución de la población de caña de azúcar en los campos «soca» lo constituye el insecto conocido como «chinche salivosa» [Gaviria, 1990]

LA CHINCHE SALIVOSA *Aeneolamia* sp. Las diferentes especies de «chinche salivosa» tienen en común la característica de alimentarse en su estado adulto de las láminas foliares de la caña de azúcar, provocando fitotoxemia causada por la inoculación de enzimas aminolíticas y oxidantes, así como aminoácidos. Este estado patológico se presenta después de pocos días con la aparición de manchas lineales cloróticas, las que paulatinamente se tornan amarillas y luego necróticas (hasta en un 92% del follaje dañado). Ello trae como consecuencia la disminución de la capacidad fotosintética de vastas áreas foliares, y producto de esto, se da una baja tasa de crecimiento, disminución del contenido de sacarosa en el tallo, reducción de los azúcares en el jugo, causando por ello pérdidas económicas a la agroindustria de la caña de azúcar [Badilla, 1990; Cawick, 1981; Esquivel, 1984].

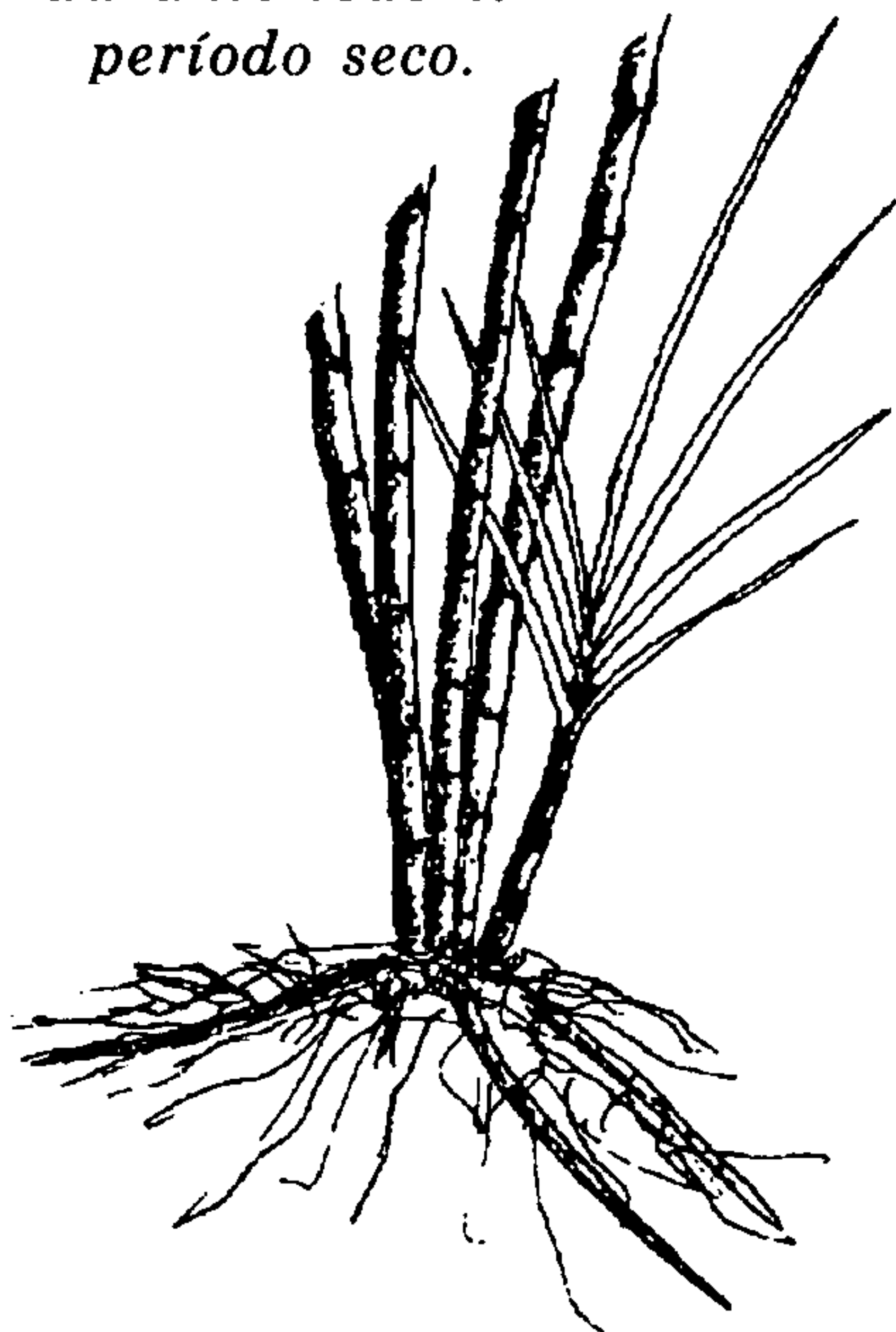
Aeneolamia sp.



TAXONOMÍA Y BIOLOGÍA DE LA CHINCHE SALIVOSA [Calderón 1982]:

Orden:	Homóptera.
Suborden:	<i>Auchenorrhyncha.</i>
Superfamilia:	<i>Cercopoidea.</i>
Familia:	<i>Cercopidae.</i>
Subfamilia:	<i>Tomaspidinae.</i>
Género:	<i>Aeneolamia.</i>
Especie:	<i>Aeneolamia sp.</i>
Nombre común:	chinche salivosa

Las chinches ovipositan cerca del tronco de la caña donde los huevos permanecen latentes durante todo el período seco.



CICLO DE VIDA Y HÁBITOS DE LA CHINCHE SALIVOSA. Durante el período de octubre a noviembre, al final del período lluvioso, las hembras ovipositan 27 huevos por día en el suelo. La oviposición la realizan cerca del tronco de la caña donde los huevos permanecen

latentes durante todo el período seco. En abril o mayo, al inicio de las lluvias, los huevos eclosionan, y de ellos nacen las ninfas, las cuales luego se convierten en adultos. Los adultos causan daños al chupar la savia de las hojas e inyectan un líquido cáustico que produce unas rayas amarillo rojizas en el follaje. En el mes de julio la chinche se apareando dando lugar a una generación de chinches salivosas. Las hembras de la última generación ponen los huevos que vendrán a nacer en el momento que haya precipitación en el siguiente año [Contreras, 1993].

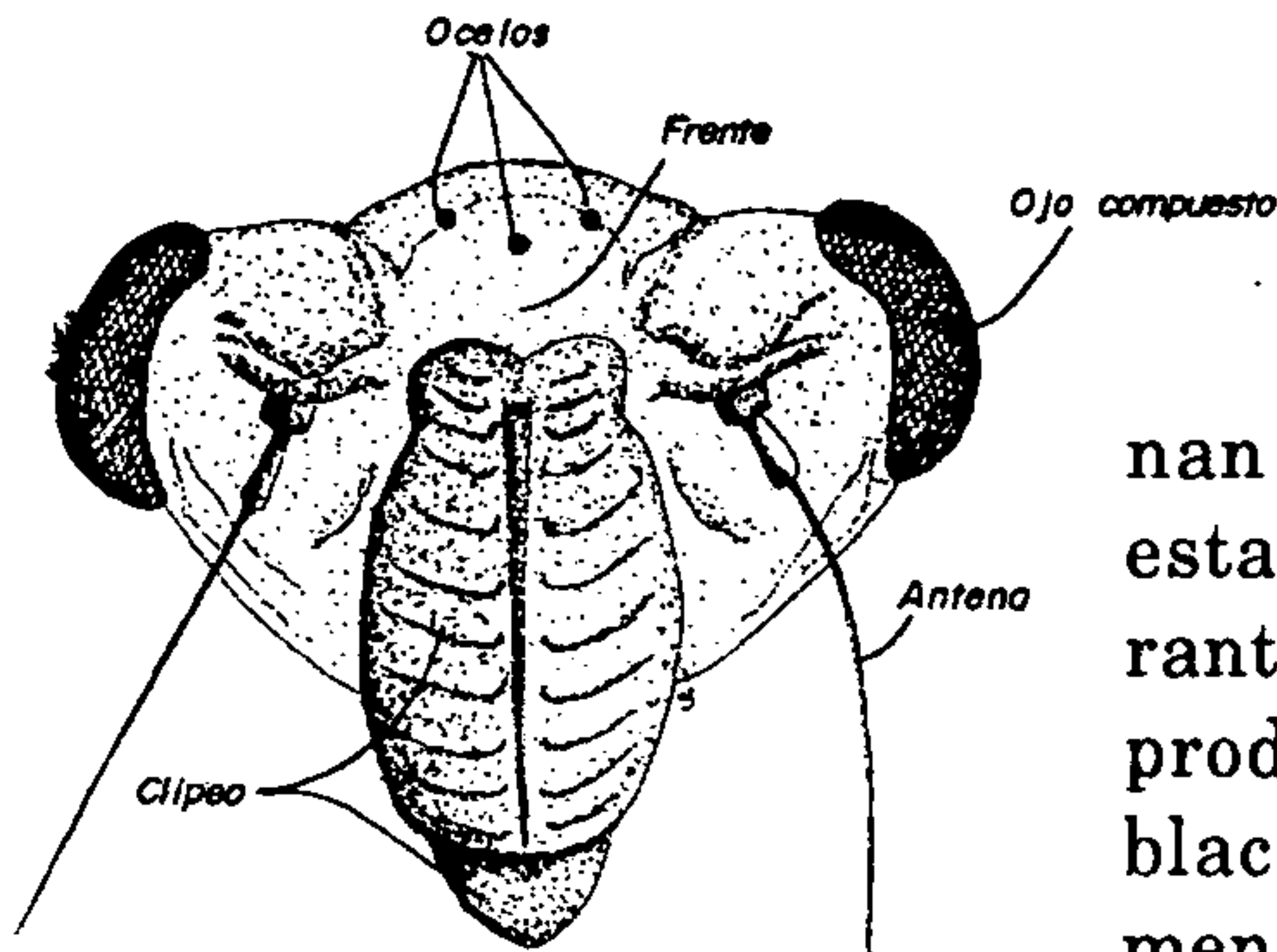
Estados de crecimiento de la chinche salivosa

La chinche salivosa, pasa por los siguientes estados de crecimiento [Contreras, 1993]:

ESTADO DE HUEVO. Los huevos son de forma oval, de color amarillo o crema, tardan en incubarse de 18 a 26 días, eclosionan cuando empiezan las lluvias, por lo que la humedad relativa y la temperatura influyen mucho en su eclosión [Contreras, 1993].

ESTADO DE NINFA. La ninfa ataca principalmente la raíz, chupando su jugo, éstas se cubren de una sustancia espumosa que secretan por el extremo anal, lo que les protege contra la desecación. El color de la ninfa es amarillo y la cabeza rojiza cambiando a un color cremoso con una zona rojiza a los lados del abdomen. La ninfa completa su desarrollo a los 23-32 días y llega a medir de 6 a 8 mm de largo, se les localiza dentro de la tierra, bajo los desechos vegetales y axilas de las hojas basales de la caña [Contreras, 1993].

ESTADO DE ADULTO. En este estado no forman la espuma del estado ninfal, es un volador, y a veces se moviliza saltando. Tiene el cuerpo de forma oval, color café casi negro, posee franjas dorsales que varían desde un color amarillo-blanquecino a amarillo sobre las alas anteriores. El macho mide de 6 a 8 mm y la hembra de 8 a 9 mm de ancho. Éstos tienen una longevidad de 18 a 31 días, empiezan a



Cabeza de un homóptero

copular a los dos días posteriores a su emergencia [Contreras, 1993].

Al inicio de las lluvias eclosionan las ninfas, de huevos que han estado en latencia (diapausa), durante los meses secos (enero-abril), produciéndose un primer pico poblacional de adultos aproximadamente un mes después. Los adultos

copulan e inmediatamente las hembras colocan entre 50 y 100 huevos, los cuales protegen con exudaciones (espuma) de sus glándulas anales para evitar la desecación y el ataque de enemigos naturales. En los meses siguientes (junio a septiembre) se producen nuevos «picos» poblacionales de adultos, completando así las 4 o 5 generaciones. Usualmente el desplazamiento se produce desde los bordes del cañaveral hasta el centro, donde realizan los mayores ataques [Contreras, 1993].

Daños e importancia económica de la chinche salivosa

DAÑOS. El daño directo [Esquivel, 1984] que la chinche salivosa causa puede dividirse en dos:

- a) El daño provocado por la ninfa al alimentarse de las raíces y tallos de la planta.
- b) El daño provocado por el adulto al alimentarse de retoños y hojas.

Es necesario conocer los niveles críticos de la plaga para efectuar el control, asimismo

se debe relacionar el costo del control con los daños ocasionados por el insecto. Cawick [1981] en trabajos de determinación de niveles poblacionales en Belice, indica que 10 ninfas por 30 metros de surco, pueden considerarse como umbral de acción para control de la primera generación.

Nakano *et. al.* [1981] establecen que tres adultos de *Mahanarva posticata*, por planta, durante 30 días, destruyen totalmente la planta cuando inicia su desarrollo; mientras que 25 ninfas por planta durante 40 días, no causaron daños significativos, mostrando así la importancia del adulto.

En Venezuela en 1976, se hizo un estimado de los daños provocados por diferentes niveles de plaga, considerando que por las infestaciones con poblaciones de adultos de 24 individuos por 40 tallos en el pico de la segunda generación se perdía aproximadamente un 40% en la producción. A partir de este criterio poblaciones de 17-24 adultos causarían 30% de pérdidas y de 9 a 16 adultos de un 10-20% de pérdidas [Ferrer y de Torres, 1984].

Vreugdenhil [1981] indica que niveles menores de 0.5 adultos por tallo por menos de dos semanas no resultaron en daños significativos, e indica que niveles más altos y de más duración pueden reducir la producción en un 20%. Este mismo autor también señala que cualquier sistema de combate de salivaso (Homóptera: *cercopidae*) tiene que basarse en un sistema eficiente de conteo de densidad de adultos por tallo. No puede estar basado en un sistema de conteos por metro de surco de

**NIVELES
CRÍTICOS
DE LA PLAGA**

Vreugdenhil indica que el daño causado por el salivaso está directamente relacionado con la densidad de adultos por tallo y el estado de desarrollo de la caña.

caña o metro cuadrado. La razón es la variación de la densidad de tallos por hectárea entre lotes y variedades. Añade que el daño causado por el salivaso (Homóptera: *cercopidae*) está directamente relacionado con la densidad de adultos por tallo y el estado de desarrollo de la caña, e indica que no se ha notado diferencia entre variedades.

En Costa Rica la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), está considerando como nivel crítico de control 0.20 adultos y 0.40 ninfas por tallo [Badilla, 1990].

Manejo integrado de la chinche salivosa

El manejo integrado de cualquier plaga se define como el «uso inteligente de todos los recursos disponibles con el propósito de bajar las densidades de plagas más allá del umbral económico» [King y Saunders, 1984].

En el cultivo de la caña de azúcar en Brasil, el manejo integrado de la chinche salivosa está bien establecido, involucrando medidas de control y legislativas, control mecánico cultural, control químico y principalmente control biológico [Alves, 1984].

En Costa Rica, las estrategias de manejo de esta plaga se han enfocado hacia un control integral, considerando diferentes tácticas. Desde 1990 en Guanacaste y San Carlos se ha utilizado el control biológico con el hongo *Metarhizium anisopliae*, raza PL 43, en aplicaciones al follaje, a una dosis de 2.5×10^{12}

millones de conidias por hectárea. Estas aplicaciones se realizan con base en el resultado de muestreos previos de la plaga. Además de este control se han recomendado otras prácticas de manejo como son: el avenamiento de las plantaciones, el control oportuno de malezas especialmente gramíneas, el uso de trampas amarillas impregnadas con el adherente *stickem* capturándose hasta 1,500 adultos por trampa en 15 días [Badilla, 1990].

Mendoca [1986] indica que las condiciones meteorológicas apropiadas para que se dé una ocurrencia de epizootias de *Metarhizium anisopliae* sobre la plaga deben estar entre los 23-29 grados centígrados y 60-90% de humedad relativa.

AGENTES DE CONTROL MICROBIANO DE LA CHINCHE SALIVOSA. Los enemigos naturales con más potencial para el control de la plaga son los hongos entomopatógenos, los cuales pueden ser nativos o exóticos. Los hongos penetran por el integumento del insecto y se desarrollan dentro del cuerpo, el cual se llena de micelio causando la muerte del huésped. El insecto enfermo pierde apetito, puede cambiar de color y la cutícula presenta manchas negras que indican el lugar por donde entró el hongo. Después de la muerte si las condiciones son óptimas, el cuerpo se cubre de micelio presentando conidias desarrolladas [Bennett, 1984]. El cadáver puede momificarse y se vuelve completamente duro o toma una consistencia diferente. Las conidias se dispersan por el viento, agua o insectos vivos. La

Los enemigos naturales con más potencial para el control de la plaga son los hongos entomopatógenos, los cuales pueden ser nativos o exóticos.

especificidad del huésped varía según la especie. La ocurrencia de epizootias depende de la densidad de población del huésped y de las condiciones climáticas especialmente humedad y temperatura [Biessesar, 1981].

Características del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*

Los hongos entomopatógenos, de manera general, producen estados sumamente resistentes para asegurar su sobrevivencia durante períodos de condiciones desfavorables en el medio ambiente, y son capaces de diseminarse rápidamente en una población de insectos debido a liberaciones naturales de masas de esporas acarreadas por el viento.

Los hongos entomopatógenos, de manera general, producen estados sumamente resistentes para asegurar su sobrevivencia durante períodos de condiciones desfavorables en el medio ambiente, y son capaces de diseminarse rápidamente en una población de insectos debido a liberaciones naturales de masas de esporas acarreadas por el viento [Marroquín, 1984].

Las posibilidades de usar hongos entomopatógenos como *Metarhizium spp.* para el control de plagas de insectos fueron considerados por primera vez en la última parte del siglo XIX y actualmente está siendo utilizado en distintos países como Brasil, Venezuela, Costa Rica, Estados Unidos, Nueva Zelanda, México; y de igual manera es utilizado en Guatemala [Marroquín, 1984].

Es un hongo entomopatógeno de distribución y comercialización mundial, con un amplio rango de hospederos, algunos de gran importancia económica. Parasita insectos de los órdenes: orthóptera, coleóptera, homóptera, díptera, hemíptera, lepidóptera e hymenóptera. Produce conidios unicelulados de color verde,

usualmente forma un solo tubo germinativo. El micelio es hialino y los conidióforos sencillos o ramificados [Bernal y de Zambrano, 1984].

Crece bien en medios artificiales, orgánicos e inorgánicos (papa-dextrosa-agar o PDA y arroz). Crece y esporula en un rango de temperatura de 25° C. y 30° C. La luz es importante (fase oscura y lumínica). Se dan contradicciones acerca de si la humedad relativa es indispensable para producir la infección. La capa externa del integumento del insecto facilita la germinación de los conidios. La capacidad de parasitar depende de la concentración del inóculo, de la viabilidad de los conidios, de la conservación del inóculo, del hospedero y su estado fisiológico [Bernal y de Zambrano, 1984].

La clasificación más aceptada de *Metarhizium* spp. Guagliumi *et. al.* citado por Marroquín [1984] es:

Super-reino *Eukaryonta*
 Reino *Myceteae*
 División *Amastigomycota*
 Sub-división ... *Deuteromycotina*
 Clase *Deuteromycetes*
 Sub-clase *Hyphomycetidae*
 Orden *Moniliales*
 Familia *Moniliaceae*
 Género *Metarhizium*
 Especie *Metarhizium anisopliae*
 (Metsch) Sorokin 1883

**CLASIFICACIÓN
 DE
 METARHIZIUM**

II MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales. El producto biológico utilizado tiene como ingredientes conidias del hongo *Metarhizium anisopliae*.

TRATAMIENTOS EVALUADOS Los **tratamientos evaluados** en la investigación se presentan a continuación:

Producto	Dosis
1 <i>Metarhizium anisopliae</i>	0 gramos/hectárea.
2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	1.25 gramos/ha.
3 <i>Metarhizium anisopliae</i>	62.50 gramos/ha.
4 <i>Metarhizium anisopliae</i>	125.00 gramos/ha.

A todos los tratamientos se les agregó un surfactante (Extravon 50 cc/100 litros de agua), además, todos los tratamientos tuvieron una concentración de 5×10^{12} conidias por kilogramo por hectárea y un 84% de germinación. Material colectado por CENGICA 1994, en la región cañera guatemalteca, revigorizado y cultivado en arroz, para luego ser utilizado en forma de polvo puro luego de que se tamizó.

TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL. La unidad experimental en la aplicación contra ninfas fue rectangular, constituida por 13.5 metros de ancho por 15 metros de longitud para un total de 202.50 m².

Esta unidad experimental estuvo compuesta por nueve surcos distanciados a 1.5 metros por 15 metros de longitud. La parcela neta o útil estuvo constituida por los cinco surcos centrales de dicha parcela experimental, dejando dos surcos de cada lado de la parcela como borde y en las cabeceras 2.5 metros. Esto dio como resultado que se dejara un área neta o útil de 7.5 metros (5 surcos distanciados a 1.5 metros = 7.5 metros) por 10 metros de longitud. (7.5 metros x 10 metros = 75 m² de la parcela neta). Para separar un bloque del otro se dejaron 13.50 metros lineales, para separar un tratamiento del otro en el mismo bloque se dejaron 7.50 metros lineales. Los bloques fueron dispuestos en forma perpendicular a la gradiente de variabilidad (que para nuestro caso fue la humedad).

La unidad experimental para el caso de la aplicación contra adultos fue rectangular constituida por 32 metros de diámetro por 110 metros de longitud, para un total de 3,520 m² de parcela bruta, compuesta por 21 surcos distanciados a 1.5 metros por 110 metros de largo (32 metros x 110 metros). Las parcelas útiles estuvieron constituidas por los 5 surcos centrales (equivalente a 7.5 metros) distribuidas en dos subparcelas dentro de la parcela bruta. Estas dos subparcelas tuvieron 50m de longitud, debido a que se dejaron en las cabeceras de la parcela bruta 30 metros lineales, comprendiendo dicha subparcela 300 m². Se separaron los bloques dejando 20 metros lineales entre los mismos. Un tratamiento de otro dentro del mismo bloque, se separó dejando

**UNIDAD
EXPERIMENTAL
PARA EL CASO
DE LA
APLICACIÓN
CONTRA
ADULTOS**

13.50 metros lineales correspondientes a 9 surcos de caña. Los bloques fueron dispuestos en forma perpendicular a la gradiente de variabilidad (al igual que para el caso de la aplicación contra ninfas, la gradiente fue la humedad). La parcela útil que estuvo constituida por los 5 surcos centrales de cada parcela bruta es por donde pasó la parte central del avión.

UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL. El área experimental fue ubicada en la finca San Bonifacio, Siquinalá, Escuintla, utilizando la variedad de caña de azúcar CP-722086. Cuando la plantación presentó un grado de infestación de 0.80 ninfas/tallo o 0.40 adultos/tallos, según como indica Badilla [1990] y como se

VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables consideradas fueron las siguientes:

- a) Índice de infestación por tallo: indica el grado de ataque de la plaga.

$$\text{Índice de infestación} = \frac{\text{total de ninfas} + \text{adultos (vivos)}}{\text{total de tallos muestreados}}$$

- c) Porcentaje de parasitismo: indica el grado de efectividad del hongo. Insectos muertos por presencia de *Metarhizium anisopliae*.

$$\text{Porcentaje de parasitismo} = \frac{\text{Total de insectos muertos} * 100}{\text{Total de insectos vivos} + \text{muertos.}}$$

toma en la empresa para determinar el nivel crítico y decidir el control. Se procedió a realizar un premuestreo con objeto de ir determinando el nivel crítico para decidir el control.

Fase de campo

APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS. Los tratamientos se aplicaron para la evaluación de ninfas en la última semana de agosto (día 28), que es la época en la que ya están establecidas las lluvias en la región, y la aplicación para adultos se realizó en la tercera semana de septiembre (día 19). Se realizó un muestreo previo con el objeto de delimitar las unidades experimentales.

APLICACIÓN DEL HONGO *METARHIZIUM ANISOPLIAE*. La aplicación del producto biológico para la evaluación del control de las ninfas se realizó con bombas de mochila, con capacidad de 16 litros y a una presión constante de 20.45 kg/cm², el producto se aplicó por la mañana entre las 5:00 y 8:00 a.m. con el motivo de favorecer las condiciones para el desarrollo del hongo.

La aplicación del hongo para la evaluación del control de los adultos se realizó con una avioneta tipo Cesna, la barra de aplicación tuvo 61 boquillas para una cobertura de 16 metros, a una altura de vuelo de 2 metros y un volumen de descarga por hectárea de 27.70 litros a una presión constante de 17.73 kg/cm². Para cubrir el área de cada parcela experimental de la aplicación contra adultos (0.352

**APLICACIÓN
DEL HONGO
PARA EL
CONTROL DE
LOS ADULTOS**

hectárea) se necesitaron dos pasadas de avioneta.

LEVANTAMIENTOS POBLACIONALES DE LA CHINCHE SALIVOSA. A los 15 días posteriores a la aplicación de los tratamientos se realizó un muestreo con el objeto de evaluar el efecto del hongo, realizando un total de cuatro muestreos por cada aplicación del hongo (aplicación terrestre y aérea) en intervalos de 15 días. Los muestreos se realizaron para el caso de la aplicación contra ninfas a partir del 12 de septiembre para finalizar el 27 de octubre. Para la aplicación contra adultos se realizaron los muestreos después de aplicado el producto el 4 de octubre para terminar el 15 de noviembre, período que cubre los principales meses de lluvia, que es cuando la plaga tiene su mayor grado de ataque. A través de estos levantamientos poblacionales se obtuvieron las variables respuestas mencionadas anteriormente.

**EVALUACIÓN
DE LAS
VARIABLES
RESPUESTA**

Para evaluar las variables respuesta se procedió con la metodología propuesta por Gaviria [1990] que consistió en tomar al azar dos muestras por hectárea de insectos. La muestra consistió en tomar 10 metros lineales de surco y dentro de ellas seleccionando al azar 10 brotes y/o tallos donde se contabilizaron ninfas (salivasos) y adultos. En esta forma se determina la densidad de cada estado por tallo. Se procedió con esta metodología, sólo que las diez muestras fueron tomadas en 10 brotes dispersos en toda la subparcela experimental. Se realizaron dos muestreos en cada subparcela neta (0.03 hectárea). Para la eva-

luación de las ninfas sólo se utilizó un muestreo en la parcela, debido a que el tamaño de la misma es mucho menor que la parcela para adultos y según el tamaño óptimo de parcela experimental es representativo. Al mismo tiempo que se contaron ninfas y adultos se efectuó el conteo para determinar si habían insectos parasitados por el hongo. Los insectos fueron colectados en bolsas identificadas, para su posterior análisis e identificación al microscopio, en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICA).

Para hacer los conteos de los adultos parasitados por el hongo se procedió a colocar trampas amarillas en toda la periferia de todas las parcelas netas con el objeto de que no se perdieran por cualquier motivo.

Se contabilizaron los insectos que estaban dentro de la cepa de caña que correspondía al muestreo realizado; y recolectando las chinches de las distintas trampas amarillas, para que se analizaran en el laboratorio, como se mencionó anteriormente, verificando la presencia del hongo.

De la misma manera, al hacer los muestreos se trató de contabilizar a las ninfas de la chinche salivosa (Homóptera: *cercopidae*), pero no fue posible encontrar las ninfas después de la aplicación, debido a factores no controlables en el campo como pueden ser la depredación por otros insectos, precipitación, etc.

Los muestreos se realizaron cada 15 días a partir de cuando se aplicó el hongo, y luego cada 15 días después de cada muestreo.

**CONTEO DE
LOS ADULTOS
PARASITADOS
POR EL HONGO**

Análisis de la información

A los datos de campo se les realizó una transformación debido a que la distribución no es normal, a través de la fórmula raíz cuadrada de $x + 0.50$ según Little y Hills [1981], esta transformación es la que más se adapta a los resultados obtenidos en el ensayo. Posteriormente se realizó un análisis de varianza al índice de infestación de tallo. Se utilizó el modelo siguiente:

MODELO DE ANÁLISIS DE VARIANZA AL ÍNDICE DE INFESTACIÓN DE TALLO

$$Y_{ij} = m + t_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la i-jésima parcela neta de caña de azúcar.

m = Efecto de la media general

t_i = Efecto de la i-ésima dosis de *Metarhizium anisopliae*.

b_j = Efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental de la ij-ésima parcela neta de caña de azúcar.

Al mismo tiempo a cada tratamiento se le efectuó un análisis de regresión, determinando el índice de infestación en función de los días después de aplicado el hongo *Metarhizium anisopliae*.

PRUEBA DE TUKEY. Para la aplicación terrestre contra ninfas de chinche salivosa que presentó diferencias significativas en el análisis de varianza se efectuó una prueba de medias de Tukey.

ANÁLISIS ECONÓMICO. Se realizó un análisis económico determinando la rentabilidad en función de los tratamientos evaluados, utilizando la fórmula siguiente:

$$R = \frac{IN \times 100}{CT}$$

Donde:

R = Rentabilidad en porcentaje.

IN= Ingreso neto.

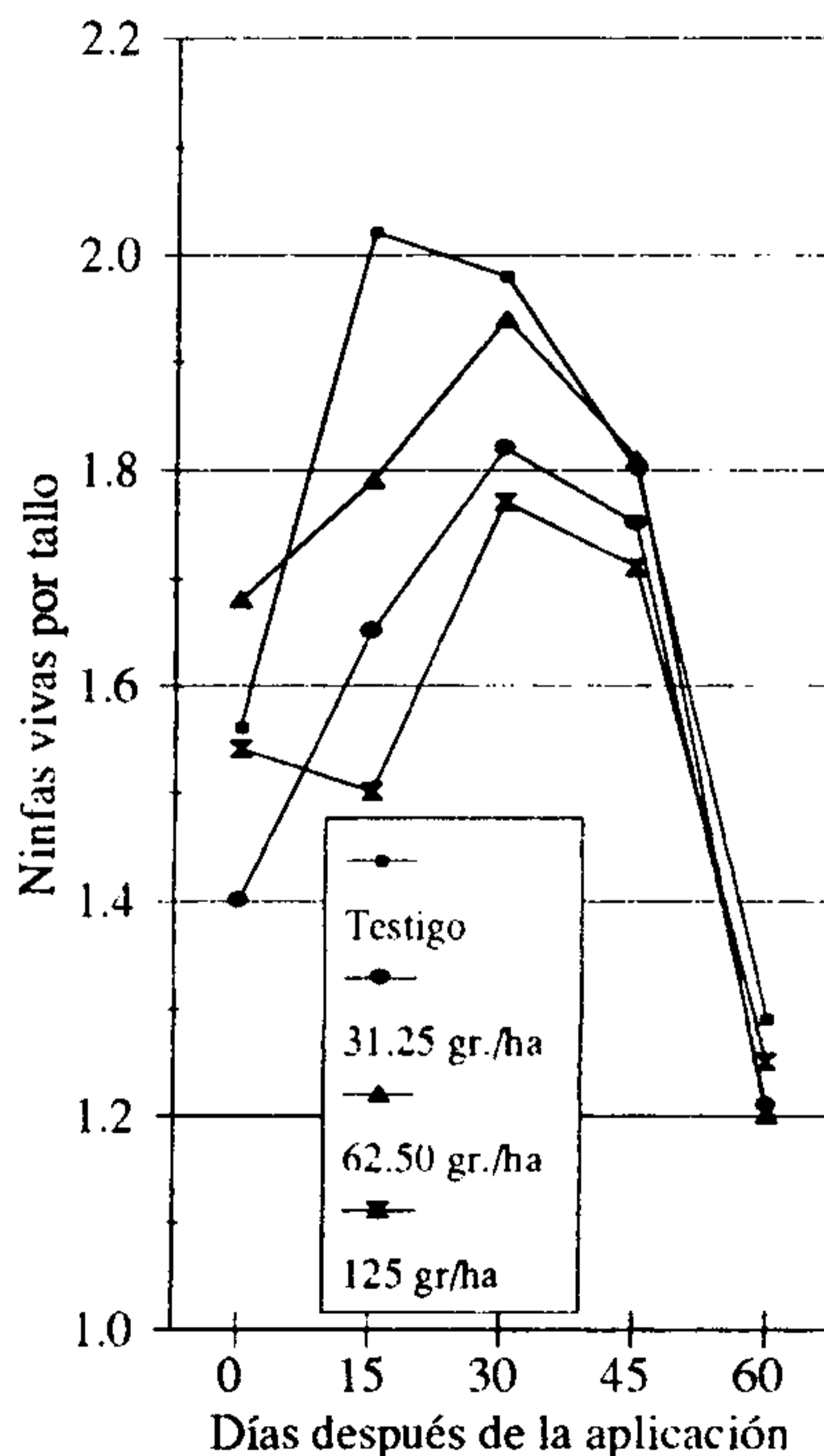
CT= Costos totales.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de campo obtenidos en la aplicación de *Metarhizium anisopliae*, en la evaluación de ninfas vivas por tallo de chinche salivosa. En la Gráfica 1 se detallan los promedios por tratamiento de los cinco muestreos realizados.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de varianza. Como puede verse sí existen diferencias en los tratamientos y en el número de ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, para las dosis de *Metarhizium anisopliae* evaluadas.

Gráfica 1
NINFAS DE CHINCHE
SALIVOSA POR TALLO
SEGÚN DISTINTAS DOSIS DE
METARHIZIUM ANISOPLIAE



Para determinar qué dosis tuvo el mejor efecto sobre las poblaciones de ninfas de chinche salivosa, se detalla en el Cuadro 2, la prueba múltiple de medias de Tukey. Se observa que el mejor tratamiento en el control de ninfas, es el tratamiento cuatro, que corresponde a la dosis de 125 gr/ha de *Metarhizium anisopliae* pues arrojó menor cantidad de ninfas vivas por tallo, y el tratamiento que le siguió fue el dos, con la dosis de 31.25 gr/ha de *Metarhizium anisopliae*.

La media de 1.552 ninfas vivas por tallo, se considera según Badilla [1990], como una población crítica, que amerita control.

Por lo tanto una sola dosis de 125 gramos/hectárea de *Metarhizium anisopliae* quizás no sea apropiada, por lo que se requiere mayor estudio, aumentando la frecuencia y secuencias de aplicación.

ANÁLISIS ECONÓMICO

En el **análisis económico** se procedió a obtener la rentabilidad de cada uno de los tratamientos en las aplicaciones de *Metarhi-*

Cuadro 1
RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NINFAS VIVAS DE
CHINCHE SALIVOSA POR TALLO. APLICACIÓN TERRESTRE DE
***METARHIZIUM ANISOPLIAE*, SIQUINALÁ, ESCUINTLA, 1994**

Factor variación	G. L.	C. M.	F. c.	Ft.
Bloques	4	0.2542153	28.07	3.49 5.95
Tratamientos	3	0.0362943	* 4.01	
Error	12	9.055455E-03		
Total		1.234409		

(*) Significativo al 5%. C.V. = 5.830847%

zium anisopliae. Para obtener los costos de cada tratamiento se hizo un registro de precios, además se hizo necesario considerar un rendimiento ajustado de cinco por ciento, debido a que los tratamientos presentaron rendimientos superiores al obtenido en la fábrica (ingenio).

El Cuadro 3 presenta el análisis de rentabilidad, el cual muestra que existen leves diferencias al aplicar las diferentes dosis de *Metarhizium anisopliae* en el estudio en Siquinalá, Escuintla.

Lo importante aquí sería seguir evaluando concentraciones mayores a 125 gr/ha de *Metarhizium*, para determinar si se incrementa la efectividad del producto en el control de ninfas y por ende, en el rendimiento y su rentabilidad.

En lo que respecta a la variable parasitismo del hongo, ésta no fue observada en el campo, pero se asume básicamente que esto se pudo haber debido a varios factores como

Cuadro 2
PRUEBA MÚLTIPLE DE MEDIAS DE TUKEY DE NINFAS VIVAS
POR TALLO, APLICACIÓN TERRESTRE DE
METARHIZIUM ANISOPLIAE, SIQUINALÁ, ESCUINTLA, 1994

Tratamiento	Media Ninfas vivas por tallo	Ordenamiento
1 Testigo absoluto	1.726	A
3 (62.50 gr/ha)	1.68	B
2 (31.25 gr/ha)	1.564	C
4 (125 gr/ha)	1.552	D

la precipitación, depredadores de ninfas de chinche salivosa [Bennett, 1984].

El efecto directo del Metarhizium anisopliae se da en la fase de ninfas de la chinche salivosa e indirectamente en la de adultos.

De los resultados obtenidos y su discusión, se puede ir definiendo preliminarmente que el efecto directo del *Metarhizium anisopliae* se da en la fase de ninfas de la chinche salivosa e indirectamente en la de adultos. Aunque se debe seguir considerando y evaluando los factores determinantes (aparte de humedad relativa y temperatura) en el control de adultos e incrementar las aplicaciones y dosis de *Metarhizium* para el control de ninfas y, observar si el rendimiento aumenta en forma proporcional en el aumento de las mismas.

Cuadro 3
RENTABILIDAD EN LA APLICACIÓN TERRESTRE DE DIFERENTES DOSIS DE METARHIZIUM ANISOPLIAE EN NINFAS DE CHINCHE SALIVOSA AENEOLAMIA SP. (HOMÓPTERA: CERCOPIDAE).
SIQUINALÁ, ESCUINTLA, 1994.

Tratamientos	Prod*.	Azúcar, Kg./ha	Ingr. total	Costo total	Ingreso neto	Ren.** %
1 (testigo)	68.44	91.95	17,154	7,310	9,844	57.38
2 (31.25g/ha)	68.34	92.02	17,129	7,307	9,822	57.34
3 (65.50g/ha)	70.39	92.28	17,706	7,454	10,255	57.92
4 (125 gr/ha)	72.61	92.44	17,737	7,588	10,149	57.23

* Toneladas de caña por hectárea.

** Rentabilidad en porcentaje donde: R = Rentabilidad; IN = Ingreso neto; CT = Costos totales.

$$R = \frac{IN}{CT} \times 100$$

Aplicación aérea de *Metarhizium anisopliae* contra adultos

El comportamiento de la población de los cuatro tratamientos al final de los cinco muestreos, tomando como base el promedio de adultos vivos por tallo, se puede observar en el análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 4.

Según el Cuadro 4 estadísticamente no existieron diferencias en el número de adultos por tratamiento, por lo tanto no hubo diferencias entre dosis de hongo *Metarhizium anisopliae* en el control de dichos adultos vivos/tallo de chinche salivosa, durante los 60 días que duró la prueba. Los factores que en este estudio incidieron, en cuanto a las mínimas diferencias, no se pueden establecer. Aunque debe tomarse en cuenta lo señalado por Alves [1984], Badilla [1990], y Bennett [1984] en lo referente a factores determinantes en la efecti-

Cuadro 4
RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ADULTOS VIVOS
POR TALLO DE CHINCHE SALIVOSA. APLICACIÓN AÉREA DE
***METARHIZIUM ANISOPLIAE*. SIQUINALÁ, ESCUINTLA. 1994.**

Factor variación	G.L.	C.M.	F.c.	Ft.
Bloques	4	0.1346455	119.67	3.49 5.95 N.S.
Tratamientos	3	2.524694E-03		2.24
Error	12	1.125177E-03		
Total		0.5596581		

C.V. = 3.692202 %. N.S.= No significancia.

vidad del hongo: entre estos están básicamente la temperatura y la humedad relativa y que el producto actúa sobre ninfas.

**PARÁMETROS
PROMEDIO
DETERMINADOS
EN EL ESTUDIO**

Los **parámetros promedio** que fueron determinados en este estudio son: 27 grados centígrados de temperatura y 83% de humedad relativa. Al hacer comparaciones con lo que recomienda Mendoca [1986], indica que la zona favorable para una alta producción de conidios está entre 60-90% de humedad relativa y 23-29 grados centígrados de temperatura, se puede decir que las condiciones climáticas fueron favorables por lo que no pudo haber incidido esto de manera determinante en la no efectividad del *Metarhizium anisopliae* en el control de las poblaciones de adultos vivos de la chinche salivosa. Otro factor importante que señala Bennett [1984] es la viabilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* para que pueda causar esporulación el hongo. En el laboratorio del Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICA), se determinó que el hongo que se utilizó tenía 84% de germinación. Ello indica que el material sí estaba viable para causar epizootia y, para causar parasitismo en los adultos de la chinche salivosa. La consecuencia por la cual las poblaciones de adultos de chinche salivosa hayan disminuido en forma similar, se puede deber a la variación en la precipitación, pues como lo menciona Alves [1984], es una determinante que correlaciona la temperatura en °C y humedad relativa con las épocas de mayor incidencia de la plaga.

Por lo anteriormente expuesto se puede decir que el *Metarhizium anisopliae* en las dosis utilizadas es efectivo contra las poblaciones de ninfas de chinche salivosa. Que las poblaciones de adultos son afectadas indirectamente y que la plantación de caña sufre menos pérdidas (quema) del área foliar.

IV CONCLUSIONES

1. La mejor efectividad de *Metarhizium anisopliae* en el control de ninfas de chinche salivosa *Aeneolamia sp.* se obtuvo con la dosis de 125 gr/ha.
2. La dosis de 125 gr/ha de *Metarhizium anisopliae* para el control de ninfas vivas por tallo de chinche salivosa, proporcionó una rentabilidad de 57.23%, aunado a evitar, el impacto por el uso de los plaguicidas químicos.
3. El uso de *Metarhizium anisopliae* efectúa un control indirecto en las poblaciones de adultos de la chinche salivosa, lo que disminuye el efecto de quema foliar de la plantación.

El uso de Metarhizium anisopliae efectúa un control indirecto en las poblaciones de adultos de la chinche salivosa, lo que disminuye el efecto de quema foliar de la plantación.

V RECOMENDACIONES

1. Evaluar el control biológico de *Metarhizium anisopliae* de cepas nativas, aisladas y seleccionadas de los ecosistemas locales,

apropiadas para el control de las especies y subespecies propias de la región.

2. Tomar muy en cuenta lo que se refiere a la hora de aplicación del hongo, pues, la hora que le favorece más, corresponde a las últimas horas de la tarde y, por la noche.

BIBLIOGRAFÍA

ALVES, R. Z. 1984. Control integrado de la candelilla en Brasil. En Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 49-64.

AMAYA ESTEVEZ, A. 1986. Morfología de la caña de azúcar. En El cultivo de la caña de azúcar. (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 13-26.

BADILLA, F. 1990. Estrategias seguidas en el control biológico de salivaso. San José, Costa Rica, Dirección y Extensión de la Caña de Azúcar. 3 p.

BARAHONA, R. *et. al.* 1982. Estudio detallado de suelos, Escuintla, Guatemala. Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 30-36, 58-59.

BENNETT, F. 1984. Discusiones sobre las posibilidades de control biológico de la candelilla. En Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 39-48.

- BERNAL, N.; ZAMBRANO, C. DE 1984. El uso de *Metarhizium* en el control de la candelilla en Venezuela. En Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 91-103.
- BIESSESAR, S. 1981. Estudio y combate de la mosca pinta en la caña de azúcar. En Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A (2., 1981.EE.UU.). Plagas de insectos y roedores; memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 252 p.
- BUENAVENTURA, O. 1991. Diagnóstico tecnológico de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. p. 1-10.
- CALDERÓN, M. 1982. Cercópodos, plagas de los pastos en América tropical, biología y control. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 47 p.
- CASTRO, R. 1981. Estudio y combate de la mosca pinta en la caña de azúcar. En Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A (2., 1981.EE.UU.). Plagas de insectos y roedores; memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 229-235.
- CAWICK, A. 1981. Dinámica de población y pronóstico de brotes de mosca de la caña de azúcar. En Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A (2., 1981. EE.UU.). Plagas de insectos y roedores; memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 221-227.
- CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1994. Estudio de la chinche salivosa en la

zona cañera del sur de Guatemala, Centro Boletín Técnico (Gua.) No. 2:1-3.

CONTRERAS, G. DE 1984. Consideraciones sobre el control de candelilla (*Aeneolamia* sp.) en caña de azúcar. En Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 193-219.

CONTRERAS LEIVA, J. C. 1993. Diagnóstico de los ciclos biológicos, hábitos de vida y reproducción de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.), pulgón dorado (*Sipha flava*), falso medidor (*Mocis latipes*) en la empresa Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Diagnóstico-EPISA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.

ESQUIVEL, C. 1984. Algunas plagas de la caña de azúcar. Guía del participante. México D. F., GEPLACEA 15 p.

FERRER, F.; TORRES, M. DE 1984. Sinopsis histórica sobre el control de la candelilla (*Aeneolamia* sp.) en Venezuela. En Seminario Barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 105-140.

FLORES, S. s.f. Manual de la caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.

GAVIRIA M., J. M. 1990. Informe sobre la visita realizada a las plantaciones de caña de azúcar de los ingenios azucareros Pantaleón y Concepción. Guatemala. Pantaleón. 25 p.

GÓMEZ, L. A. 1986. El cultivo de la caña de azúcar. En Congreso de la sociedad colombiana de

técnicos de la caña de azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Cali, Colombia, Técnica p. 184-185.

KING, A.; SAUNDERS, J. 1984. Las plagas invertebradas de los cultivos anuales alimenticios en América Central. London, Overseas Development Administration. 182 p.

LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. 1981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México D. F., Trillas. p. 270.

MARROQUÍN VARELA, C. A. 1984. Evaluación del rango de hospedantes, medios de cultivo, luz y temperatura para la reproducción masiva del hongo entomopatógeno (*Metarhizium* sp.) *in vitro*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.

MENDOCA, C. 1986. Manejo integrado de plagas de caña de azúcar y tecnología de producción de parasitoides y entomopatógenos. Brasil, FAO. 62 p.

NAKANO, O. *et. al.* 1981. Pragas da caña de azucar. Entomología Económica. Piracicaba, Brasil, ESALQ-USP, Departamento de entomología. p. 132-140-

RAMÍREZ, C. 1981. Daño producido por la mosca pinta o salivaso. Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 4.

REAÑO, A. 1984. Situación actual de la presencia de la candelilla en el área de influencia del central Matilde. En Seminario barquisimeto (2., 1984, Venezuela). Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos. Venezuela. FAO. p. 39-48.

TOLEDO MARTÍNEZ, J. A. 1987. Informe de la comisión realizada a Venezuela y Brasil. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de la Caña de Azúcar. p. 11-21.

VREUGDENHIL, A. 1981. La «candelilla» *Aeneolamia varia* (cercopidae) en caña de azúcar en la zona centro-occidental de Venezuela. En Seminario interamericano de la caña de azúcar en U.S.A 2., 1981. EE.UU.). Plagas de insectos y roedores; memorias. Miami, Florida, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 242-251.

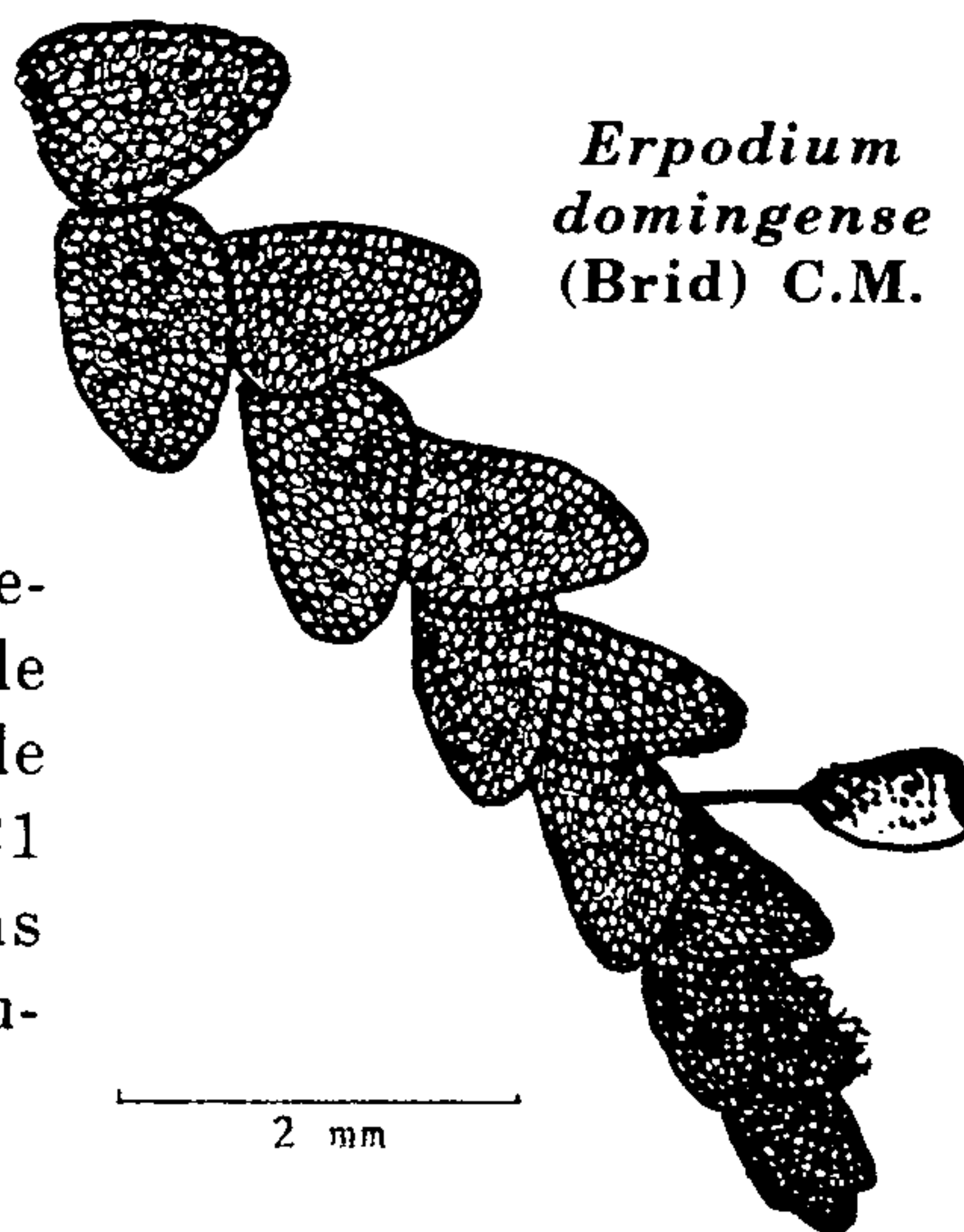
BOTÁNICA

CLAVE DICOTÓMICA PARA LAS FAMILIAS DE MUSGOS DE GUATEMALA

Mario E. Véliz Pérez
Ernesto Carrillo

PRESENTACIÓN

El presente documento, es un aporte para el conocimiento de la riqueza florística de Guatemala, ya que cuenta con el mecanismo para poder abordar el mundo inconspicuo de los musgos existentes en este país, tanto por los especialistas en la sistemática vegetal, estudiantes de las ciencias biológicas como aficionados a los vegetales, tendrán la oportunidad de conocer 47 familias diferentes de musgos, las cuales cuentan con 521 especies y 3 variedades, descritas por Bartram E. [1949], en el documento *Mosses of Guatemala*.



*Erpodium
domingense*
(Brid) C.M.

I EL SUB-REINO EMBRIOBIONTA

El sub-reino Embriobionta, modernamente, comprende las siguientes Divisiones, *Bryophyta*, *Rhyniophyta*, *Psilophyta*, *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta*, *Polypodiophyta*, *Pino-phyta* y *Magnoliophyta*.

Parcialmente, nos vamos a referir a la División X, *Bryophyta*.

Bryophyta, sólo comprende 3 Clases: *Anthocerotopsida*, *Marchantiopsida* y *Briopsida*. *Anthocerotopsida*, comprende únicamente el Orden *Anthocerothales* con unas 200 especies. Estas especies se encuentran en lugares húmedos, la mayor parte de ellas son tropicales, el

resto, de las regiones templadas.

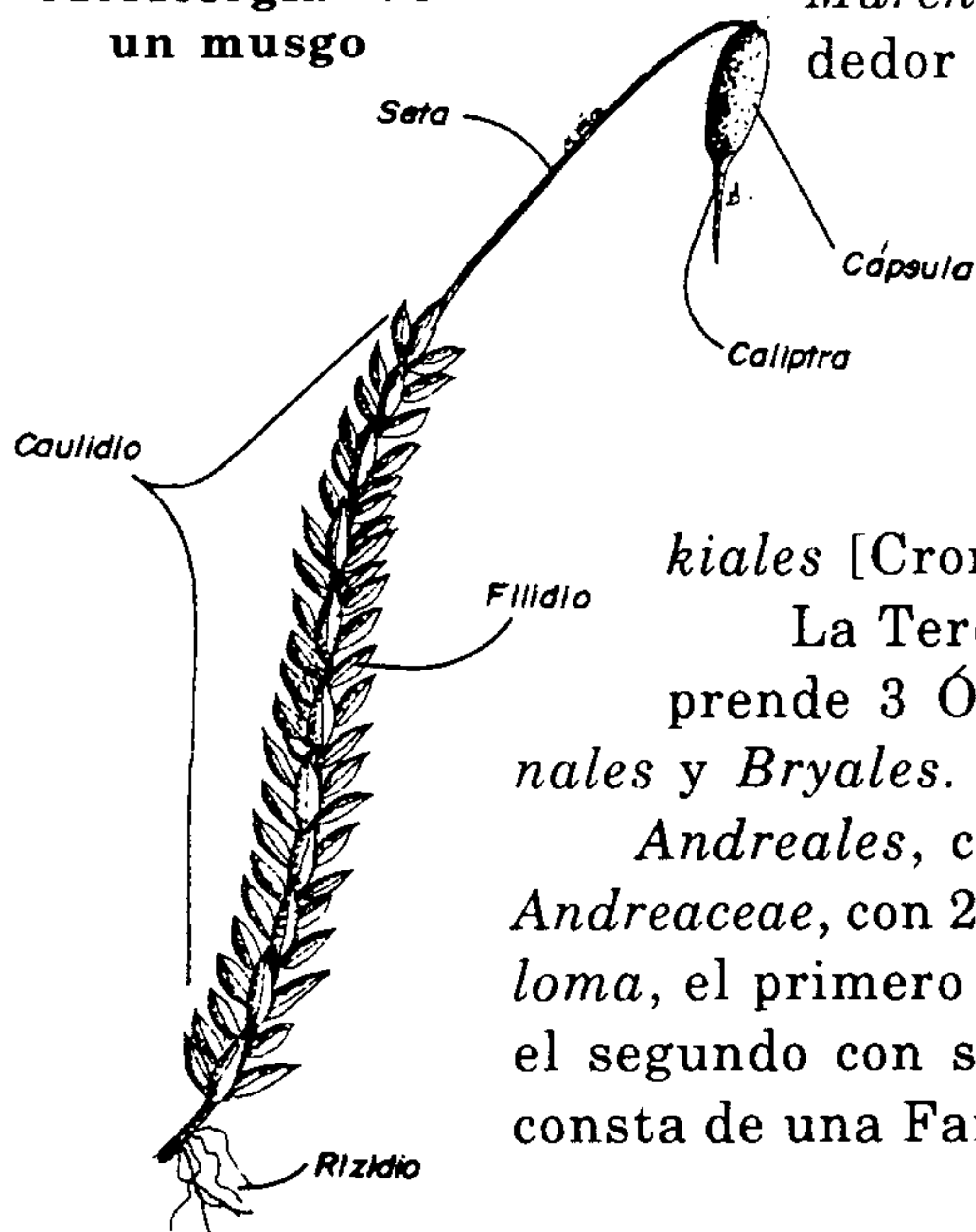
Marchantiopsida, comprende alrededor de 5,000 especies distribuidas, especialmente en el Orden *Jungermanniales*, comprende 6 Órdenes, entre ellos, contamos con: *Marchantiales*, *Metzgeriales*, *Calobriales* y *Ta-*

kiales [Cronquist, 1986].

La Tercera Clase, *Bryopsida*, comprende 3 Órdenes: *Andreales*, *Sphagnales* y *Bryales*.

Andreales, consta de una sola Familia, *Andreaeaceae*, con 2 Géneros: *Andreaea* y *Neuro-loma*, el primero con cerca de 100 especies y el segundo con solamente una. *Sphagnales* consta de una Familia, *Sphagnaceae*, un solo

Morfología de un musgo



Género, *Sphagnum*, con cerca de 300 especies [Cronquist, 1986].

El Orden *Bryales*, el mayor de los tres, comprende cerca de 14,000 especies y se le encuentra en una gran variedad de climas y hábitats en todos los climas.

II CLAVE DICOTÓMICA PARA LOS ÓRDENES DE *BRYOPSIDA* [BASADA EN A. CRONQUIST, 1986]

1. La columnilla o seta alcanza el ápice de la cápsula y está adherida a ella; el esporófito por lo común tiene una seta alargada, no nace en un pseudopodio gametofítico; protonema por lo general filamentosos, rara vez anchamente taloso; la cápsula por lo general se abre por una pestaña (opérculo) con un peristoma especializado o algunas veces se abre irregularmente; los gametoforos maduros con rizidios en la base, o dispersos a lo largo de ramas postradas.

Bryales

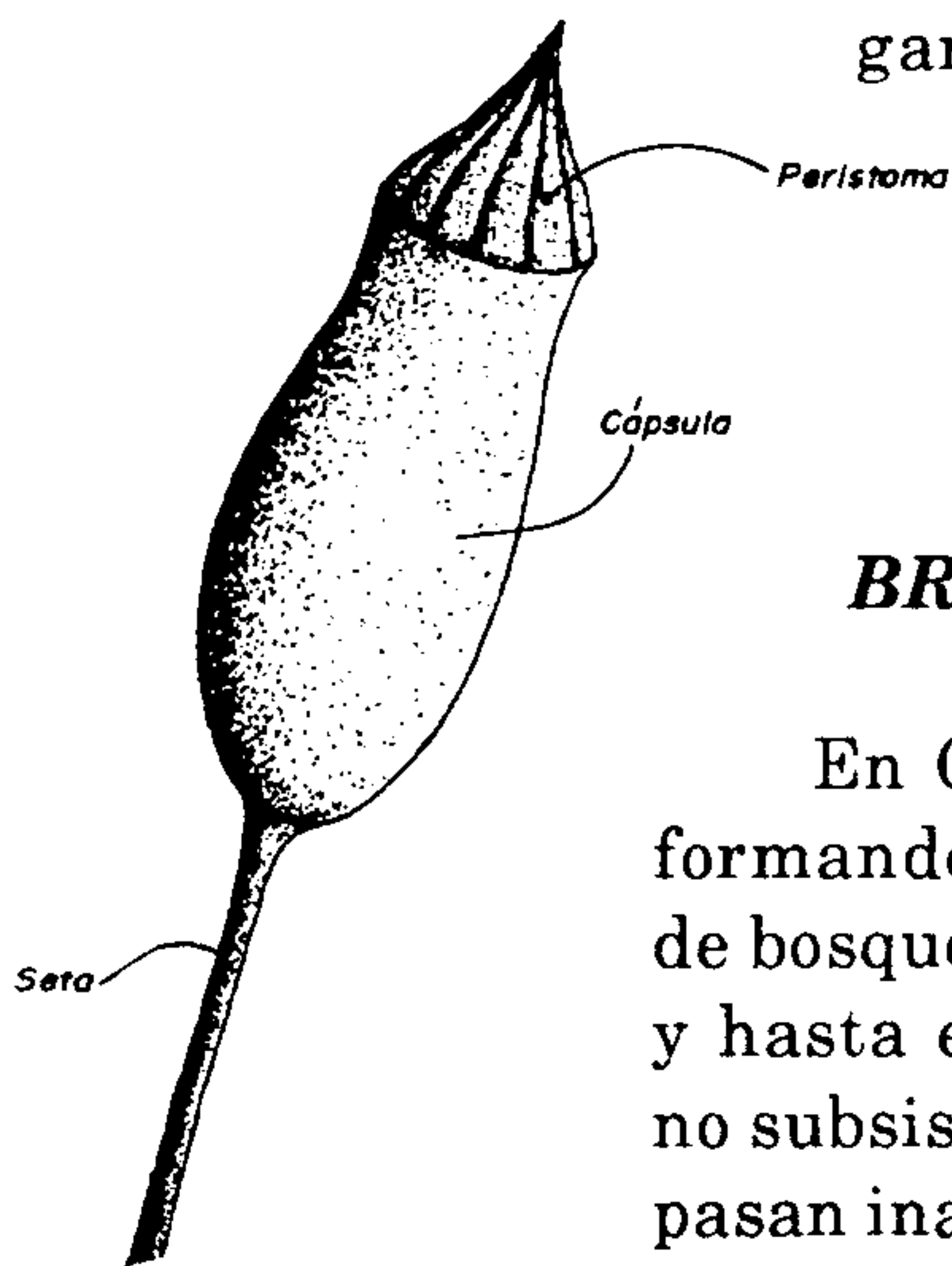
- 1'. La columnilla o seta no alcanza el ápice de la cápsula; el esporófito se eleva en un pseudopodio de tejido gametofítico, sin una seta prominente; protonema anchamente taloso, la cápsula nunca tiene opérculo bordeado de peristoma.
2. La cápsula se abre a lo largo de cuatro líneas longitudinales; el caulidio no está diferenciado en corteza y cilindro cen-

tral; gametóforos maduros con numerosos rizidios en toda su longitud. Las células de los filidios son todas clorofílicas y no de dos tipos marcadamente contrastados; por lo regular se forman varios gametóforos de cada protonema.

Andreales

2'. La cápsula se abre por una pestaña (opérculo); el caulidio está diferenciado en corteza y cilindro central; gametóforos maduros sin rizidios; las células de los filidios de tipos fuertemente contrastados, unas con clorofila, otras sin ella; de cada protonema se forma solo un gametóforo.

Sphagnales



**Morfología
de la cápsula
de un musgo**

III BRYOPSIDA EN GUATEMALA

En Guatemala, *Bryopsida* se encuentra formando parte de la composición florística de bosques, selvas, techos de casas, paredones y hasta en lugares en donde otros vegetales no subsistirían. Por lo general, estos vegetales pasan inadvertidos, debido a su pequeño tamaño y por no presentar importancia económica. Con relación a diversidad, esta Clase presenta los 3 Órdenes en este país, aunque el Orden *Sphagnales* está presente con su única Familia, *Sphagnaceae*, con 4 especies; al igual, el Orden *Andreales*, con *Andreaceae*

y una especie; por el contrario, el Orden *Bryales*, es altamente diverso, ya que presenta 47 Familias, 521 Especies y 3 variedades reportadas [Bartram, 1949], siendo las familias con mayor diversidad, *Pottiaceae* con 72 especies, *Dicranaceae* con 43, *Hookeriaceae* con 37, *Bryaceae* con 35 y *Orthotrichaceae* con 30 especies [Bartram, 1949].

IV
**CLAVE DICOTÓMICA
PARA LAS FAMILIAS DEL
ORDEN *BRYALES* EN GUATEMALA¹**

1. Musgos creciendo en pantanos y lugares muy húmedos; filidios extendidos, células pequeñas, costa solitaria, peristemo doble, los dientes sin punta, presentando cilios rudimentarios.

Meeseaceae

- 1'. Musgos creciendo en lugares diferentes, si son húmedos, no anegados, células variables.

2. Filidios equitantes y/o dísticos.

3. Plantas verde brillante, costa firme, excurrente, filidios dísticos, profundamente carinados, el margen eroso, denticulado, células pequeñas y papilosas.

Eustichiaceae

1. Basada en los descriptores de las familias contenidas en el documento *Mosses of Guatemala* por E. Bartram [1949] Chicago Natural History Museum. Vol. 25. 442 p.

- 3'. Plantas lustrosas o no, fuertemente aplanadas, filidios equitantes y dísticos, células y margen variable.
 4. Costa corta y doble, esporófilo lateral, cápsula exserta, filidios rígidos.

Phyllogoniaceae

- 4'. Costa terminando en el ápice o debajo de éste, simple, cápsula exserta, células uniformes y hexagonales.

Fissidentaceae

- 2'. Filidios imbricados, en hileras o en otros arreglos.
 5. Costa ausente, hábito variado.
 6. Plantas delicadas, caulidiopustrado, ramificado, usualmente aplanado.
 7. Caliptra mitriforme, peristemo ausente o simple, esporófilo al final de las cortas ramas laterales, células redondo-hexagonales, lisas o papilosas.

Erpodiaceae

- 7'. Caliptra cuculada, peristemo doble, seta delgada, ligeramente escabrosa arriba, cápsula horizontal, células grandes, laxas y lisas.

Leucomiaceae

- 6'. Plantas a menudo robustas, rígidas, caulidio variado. (Flácido en *Hookeriaceae*, a menudo brillante en *Amblystegiaceae*, *Entodontaceae*, *Sematophyllaceae* e *Hypnaceae*).
 8. Caulidios rígidos, elongados, irregularmente ramificados, frecuentemente «estoloníferos», peristemo ausente, células papilosas.

Hedwigiaceae

- 8'. Caulidios a menudo robustos (flácidos en

Hookeriaceae) peristemo presente, células variadas.

9. Seta corta, peristemo doble, caulidios secundarios ascendentes o pendulosos.

10. Filidios agrupados, adpresos, ovalados, planta robusta, cápsula ovoide y erecta.

Leucodontaceae

10'. Filidios ovalado-lanceolados, acuminados, planta de delgada a robusta, caulidio primario postrado y filiforme, formando masas intrincadas densamente filiadas, caliptra a menudo pilosa.

Meteoriceae

9'. Seta elongada

11. Caliptra mitriforme, caulidios frecuentemente flácidos y aplanados, cápsula inclinada u horizontal, raramente erecta, los dientes del peristemo a menudo con un mesurco.

Hookeriaceae

11'. Caliptra cuculada, caulidios variados.

12. Cápsula pequeña, nudosa u horizontal, caulidios postrados o ascendentes, células lineares, lisas, grandes, papilosas; a menudo infladas en el ángulo basal. Plantas de delgadas a robustas, a menudo brillantes.

Sematophyllaceae

12'. Cápsula variable, caulidios rastreros, células variables.

13. Células subcuadradas en el ángulo

basal, lineares arriba, cápsula cilíndrica, tapa cónico-rostrada, filidios ovalados y cóncavos.

Entodontaceae

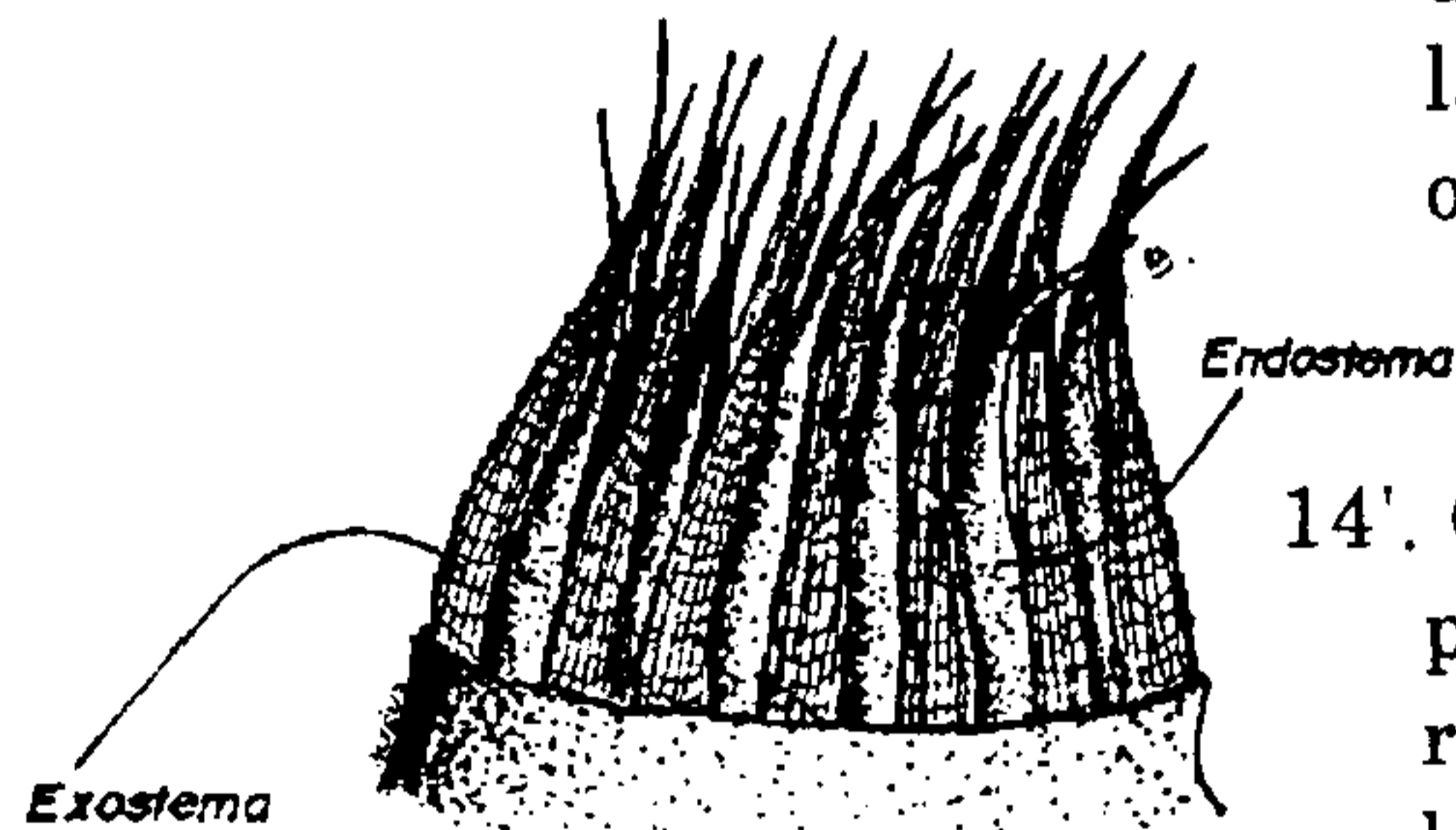
13. Células lisas con delgada pared o débilmente papilosas, cápsula ovoide o sinuosa.

14. Cápsula ovoide, plantas a menudo brillantes, creciendo en intrincadas matas, a menudo pinnadas o subpinnadas, filidios ovalados, ovalado-lanceolados, usualmente acuminados o falcado-secundos.

Hypnaceae

14'. Cápsula usualmente sinuosa, plantas muy delgadas a moderadamente robustas, a menudo brillantes, caulidios irregularmente ramificados o pinnados. Filidios simétricos, grupo alar a menudo diferenciado, caliptra cuculada, desnuda; tapa cónica.

Amblystegiaceae



Morfología del peristemo del musgo

5'. Costa solitaria.

15. Peristemo ausente, seta erecta.

16. Filidios con una base envainadora pálida creciendo frecuentemente en los árboles, caliptra cuculada o campanulada, los filidios a menudo angostos con un

delgado borde hialino, lanceolados, seta elongada, cápsula cilíndrica y erecta.

Calymperaceae

16'. Filidios sin una base envainadora, pálida, variable en hábito.

17. Plantas con caulidios elongados, rastreros, filidios laterales en dos grupos opuestos, ligulados, redondeados en el ápice, hilera dorsal con filidios muy pequeños, esporófito terminal en ramas laterales.

Helicophyllaceae

17'. Plantas en densos penachos, pequeñas a moderadamente robustas, filidios crispados cuando secos, y en un arreglo variado.

18. Caliptra campanulada, grande, erosa a orlada en la base, filidios ligulados, obtusos o apiculados, células de arriba hexagonales, densamente papilosas, células basales rectangulares, lisas.

Encalyptaceae

18'. Caliptra cuculada, células de arriba pequeñas, usualmente papilosas y oscuras; células basales rectangulares, a menudo hialinas.

Pottiaceae

15'. Peristemo presente simple

19. Cápsula piriforme, planta delgada y pequeña, frecuentemente rupestre, filidios subulado-acuminados, de base ancha, cápsula anchamente abocada, peristemo con 16 dientes indivisos, seta erecta o curvada.

Seligeriaceae

19'. Cápsula en varias formas, no piriforme.

20. Peristemo con 32 a 64 dientes, plantas terrestres

de mediano a gran tamaño, caulidios ramificados, rígidos, erectos o esparcidos, caliptra usualmente pilosa.

Polytrichaceae

20'. Peristemo con 16 o menos dientes.

21. Filidios laxamente areolados, seta erecta costa excurrente o terminando abajo del ápice.

22. Cápsula cilíndrica, frecuentemente con una distintiva hipófisis, peristemo con 16 dientes, frecuentemente en 8 pares, caulidios erectos y filidios anchos.

Splachnaceae

22'. Cápsula erecta, curvada, lisa o acanalada, dientes presentes o ausentes, plantas terrestres, filidios grandes, lisos, romboidales arriba, rectangulares abajo.

Funariaceae

21'. Filidios sin areolas, setas variables.

23. Plantas con hábito rastrero, con seta elongada o corta.

24. Células romboides, plantas elongadas, delicadas, creciendo en fustes de los árboles o en rocas, filidios ovalados, acuminados, cápsula exserta, erecta, caliptra cuculada, frecuentemente desnuda.

Fabroniaceae

24'. Células redondas, ovaladas o débilmente elongadas, subcuadradas en el margen basal.

25. Caulidio radiculoso, con dimorfismo filiar, filidios laterales en 2 hileras contortas cuando secas, filidios dorsales en 2 hileras, muy

pequeñas, caliptra cuculada, pilosa, seta elongada.

Rhacopilaceae

25'. Caulidio secundario elongado, sub-erecto, ramificado, filidios imbricados cuando secos, seta corta, caliptra pequeña y cónica.

Cryphaeaceae

23'. Plantas con hábito diferente, no rastreras.

26. Cápsula grande y pendulosa, seta elongada, peristemo completo, filidios imbricados o extendidos, caulidios a menudo regularmente pinnados o bipinnados.

Hylocomiaceae

26'. Cápsula en posiciones varias, pero no pendulosa.

27. Plantas de color verde blanquecino, filidios frágiles, células clorofílicas cubiertas en ambos lados por una o más capas de grandes células hialinas, porosas en las paredes interiores, costa densa y ancha, esporófito en una seta elongada, cápsula erecta o curvada.

Leucobryaceae

27'. Plantas con coloraciones variadas.

28. Costa percurrente o excurrente, células de arriba hexagonales, las de abajo rectangulares o lisas, cápsula erecta, seta erecta.

29. Filidios crispados cuando secos, caliptra grande y conspicuamente campanulada, erosa u orlada en

la base, seta erecta, costa firme, terminando abajo de la base o excurrente.

Encalyptaceae

29'. Filidios angostamente lanceolados o enteros, levemente percurrente, seta erecta, caliptra erecta o nudosa, peristemo con 16 dientes delgados, enteros o fracturados.

Ditrichaceae

28'. Costa diferente

30. Dientes del peristemo torcidos espiralmente, cápsula subcilíndrica, filidios crispados cuando secos, células pequeñas arriba, usualmente papilosas y oscuras en la base, rectangulares, a menudo hialinas, frecuentemente de hábito rupestre, terrestre, parcialmente en sustratos calcáreos, ramas erectas.

Pottiaceae

30'. Dientes del peristemo en otros arreglos.

31. Filidios erectos y secundos, a menudo crispados, caulidios simples a orquillados, densamente filiados, tormentosos abajo, cápsula erecta, de forma cilíndrica u ovalada, seta elongada, los dientes del peristemo agrietados abajo de la mitad.

Dicranaceae



Campylopus richardi
Brid, musgo muy
frecuente en la lava
reciente del Volcán de
Fuego, Guatemala.

- 31'. Filidios en un arreglo diferen-
te, los caulidios glabros abajo.
32. Grupo alar a menudo bien
diferenciado, filidios simé-
tricos, plantas muy delga-
das a moderadamente ro-
bustas, a menudo brillan-
tes, con irregularidad en la
ramificación o pinnados,
parafilia poco frecuente,
cápsula usualmente sinuo-
sa, caliptra cuculada y des-
nuda.

Amblystegiaceae

- 32'. Grupo alar no diferenciado.
33. Dientes papilosos, calip-
tra cuculada o campa-
nulado, plantas crecien-
do en pequeños pena-
chos y regularmente en
árboles, filidios lanceo-
lados con una base en-
vainadora pálida, célu-
las de arriba pequeñas,
usualmente papilosas,
las de abajo grandes y
hialinas.

Calymperaceae

33. Dientes enteros o agrie-
tados arriba, caliptra
mitriforme o cuculada;
rupestre, de pequeños a
medianos penachos o

bandas, filidios higroscópicos, frecuentemente hialino, células de arriba pequeñas y opacas, las de abajo elongadas con paredes laterales rectas o sinuosas.

Grimmiaceae

15". Peristemo presente, doble.

34. Caulidio primario rastrero o postrado, el eje secundario penduloso, decumbente o erecto.

35. Eje secundario penduloso.

36. Filidios ovalado-lanceolados, acuminados, células elongadas a menudo papilosas, caulidios secundarios libremente ramificados, densamente filiados, cápsula usualmente exserta en una corta y delgada seta.

Meteoriaceae

36'. Filidios complanados, a menudo ondulados, cortamente punteados, células lisas, romboidales arriba, lineares hacia la base. Eje secundario fuertemente aplanado, esporófito lateral en ramas del eje secundario; cápsula inmersa o exserta.

Neckeriaceae

35'. Eje secundario decumbente o erecto.

37. Seta corta.

38. Caliptra mitriforme, campanulada, lisa o plegada, usualmente pilosa, ramas erectas, filidios abundantes, higroscópicos, lanceolados, seta terminal, cápsula inmersa o exserta, dientes

del peristemo presentes y a menudo unidos en pares.

Orthotrichaceae

38'. Caliptra cuculada o cónica.

39. Filidios imbricados cuando secos, cóncavos de ovalados a lanceolados, células lisas, ovaladas o débilmente elongadas, subcuadradas en el margen basal, cápsula usualmente inmersa, caliptra cónica y pequeña. Caulidios secundarios elongado, suberecto y ramificado.

Cryphaeaceae

39'. Filidios en otros arreglos.

40. Planta delgada, delicada, creciendo en matas en los fustes de los árboles y en rocas, cápsula exserta, erecta, caliptra cuculada, comúnmente desnuda, células de los filidios romboides, lisas, cuadradas en el ángulo basal, filidios ovalados y acuminados.

Fabroniaceae

40'. Plantas robustas, ramas secundarias frecuentemente ascendentes o pendulosas, simples o ramificadas. Cápsula ovoide, erecta, usualmente exserta, caliptra cuculada; células de los filidios frecuentemente lisas, cortamente engrosadas, cuadradas o anchas, con numerosas hileras aproximadas a los ángulos. Filidios adpresos.

Leucodontaceae

37'. Seta elongada.

41. Eje primario filiforme, postrado, eje secundario decumbente, esporófito lateral, plantas dioicas.

Trachypodaceae

41'. Eje primario diferente.

42. Plantas a menudo brillantes, caliptra erecta, tapa cónico-rostrada, ramas cilíndricas o aplanadas.

43. Células de los filidios, arriba lineares y subcuadradas en el ángulo basal, en numerosas hileras filidios ovalados, cóncavos; en matas extensivas.

Entodontaceae

43'. Células de los filidios lineares o romboides, numerosas o ninguna célula alar diferenciada, filidios a menudo asimétricos, usualmente acuminados, caulidios irregularmente ramificados, aplanado-filiado.

Plagiotheciaceae

42'. Plantas con características diferentes.

44. Caliptra mitriforme.

Orthotrichaceae

44'. Caliptra cuculada o cónica.

45. Cápsula pendulosa, caliptra cónica, filidios dimórficos, los laterales ovalados y los ventrales pequeños.

Hypopterygiaceae

- 45'. Cápsula erecta o sub-horizontal, parafilia frecuente, filidios sin brillo, ovalados.

Leskeaceae

- 34'. Caulidio primario con diferentes hábitos.

46. Seta corta

47. Filidios laxamente areolados, plantas terrestres, con filidios anchos y suaves, células grandes, romboides arriba, rectangulares abajo; seta terminal erecta, cápsula erecta o curvada, lisa o acanalada.

Funariaceae

- 47'. Filidios sin areolas.

48. Plantas pequeñas, gregarias, caulidios muy cortos, cápsula grande, inmersa en una corta seta, cónica, asimétrica; filidios ligulados.

Diphysciaceae

- 48'. Plantas frecuentemente robustas, creciendo en penachos o frondosos en su hábitat.

49. Caulidios secundarios simples o libremente ramificados, plantas dioicas, filidios frágiles, las puntas frecuentemente fracturadas al final; células ovaladas unipapilosas, diferenciadas en los ángulos basales en muchas hileras.

Prionodontaceae

- 49'. Caulidios secundarios a menudo de una base estipitada y leñosa; filidios extendidos por todos lados; células elongadas, engro-

sadas, porosas, usualmente lisas, cápsula erecta, inmersa o exserta, lisa.

Pterobryaceae

46'. Seta elongada.

50. Caulidios a menudo regularmente pinnados o bipinnados, usualmente con abundante parafilia, filidios imbricados, seta elongada, lisa; cápsula grande y pendulosa.

Hylocomiaceae

50'. Caulidios ramificados irregularmente o simples.

51. Filidios con borde aserrado o fuertemente así, con dientes simples o pareados.

52. Cápsula usualmente pendulosa, filidios grandes los de arriba en un penacho arose-tado, seta simple o agregada, cápsula oblonga, con un corto cuello.

Mniaceae

52'. Cápsula nudosa u horizontal, curvada, filidios extendidos, fuertemente aserrados; seta lateral, caulidios erectos, con rizidios abajo.

Rhizogoniaceae

51'. Filidios con borde variado.

53. Filidios crispados cuando secos, ligulados, obtusos o apiculados, células de arriba hexagonales, densamente papilosas, las basales rectangulares y lisas, caliptra grande, conspicua, campanulada, erosa u orlada en la base.

Encalyptaceae

53'. Filidios diferentes al estar secos.

54. Cápsula nudosa u horizontal, eje secundario dendroide o arqueado, irregularmente pinnado o bipinnado, densamente filiosos, filidios de las ramas imbricados, cóncavos, células lineares o cortas y ovoides.

Lembophyllaceae

54'. Cápsula con diferente superficie.

55. Costa usualmente percurrente o excurrente, células lisas o parenquimatosas lineares o romboides a menudo angostas hacia la base; cápsula comúnmente inclinada o pendulosa, caliptra cuculada.

Bryaceae

55'. Costa generalmente terminando abajo del ápice.

56. Células lisas, pared delgada, grupo alar a menudo bien definido, cápsula usualmente sinuosa o curvada, filidios simétricos, de delgados a robustos, a menudo brillantes.

Amblystegiaceae

56'. Células grandes, lisas, romboides arriba, rectangulares abajo; cápsula erecta o curvada, lisa o acanalada; plantas pequeñas, terrestres, en penachos.

Splachnaceae

5". Costa doble.

57. Seta corta.

58. Costa doble, bien desarrollada, terminando abajo del ápice, células uniformes, parenquimatosas, lisas o papilosas, plantas oscuras, dioicas, rígidas; eje primario postrado, eje secundario pinnado o bipinnado.

Pilotrichaceae

58'. Costa corta, células variadas.

59. Ramas secundarias a menudo con una base leñosa y estipitada, cápsula erecta, inmersa o exserta; frecuentemente robusta, de dendroide a frondosa en su hábitat, células elongadas, engrosadas, porosas, usualmente lisas; caliptra lisa, desnuda.

Pterobryaceae

59'. Ramas secundarias, sin un estípite conspicuo, ejes erectos o pendulosos.

60. Filidios aplanados, eje secundario penduloso, fuertemente aplanado, subpinnado, células lisas subromboides arriba, linear hacia la base, cápsula inmersa o exserta, endostemo con segmentos angostos, con una membrana bien desarrollada.

Neckeriaceae

60'. Filidios agrupados, adpresos, eje secundario frecuentemente ascendente o penduloso, simple o ramificado; células frecuentemente lisas, engrosadas, cuadradas o anchas, con largas y numerosas hileras en aproximación a los ángulos basales, cápsula exserta, endostemo rudimentario.

Leucodontaceae

57'. Seta elongada.

61. Cápsula nudosa, horizontal o erecta.

62. Planta con eje secundario dendroide, erecto o arqueado irregularmente pinnado y bipinnado, frecuentemente rizidioso; filidios imbricados, cóncavos.

Lembophyllaceae

- 62'. Plantas con caulidios rastreros o ascendentes.

63. Cápsula horizontal, raramente erecta, filidios ovalados, células lineares, lisas o papilosas, grandes y a menudo infladas en un vistoso grupo; plantas a menudo brillantes.

Sematophyllaceae

- 63'. Cápsula erecta, endostemo con o sin cilios, filidios a menudo asimétricos, usualmente acuminados, plantas a menudo brillantes.

Plagiotheciaceae

- 61'. Cápsula con diferente textura y variada composición.

64. Caliptra mitriforme, escabrosa o pilosa, seta escabrosa, cápsula inclinada u horizontal, raramente erecta, plantas pequeñas o robustas, a menudo flácidas y con caulidios aplanados.

Hookeriaceae

- 64'. Caliptra cuculada o en otra forma.

65. Cápsula grande y pendulosa, filidios imbricados o extendidos, caulidios a menudo pinnados o bipinnados, usualmente con abundante parafilia, células lineares.

Hylocomiaceae

- 65'. Cápsula erecta, sinuosa o curvada.

66. Forma de la cápsula cilíndrica, plantas a menudo brillantes, rastreras, caulidios cilíndricos o aplanados, peristemo doble, filidios ovalados,

cóncavos; células de arriba lineares, subcuadradas en la base del ángulo.

Entodontaceae

66'. Forma de la cápsula sinuosa, curvada u ovoide, asimétrica, raramente cilíndrica.

67. Caulidios irregularmente ramificados o pinnados, filidios simétricos, cápsula sinuosa, a menudo curvada, caliptra cuculada, desnuda; células lisas, pared delgada, grupo alar a menudo bien diferenciado.

Amblystegiaceae

67'. Caulidios rastreros, a menudo pinnados o sub-pinnados, filidios ovalados u ovalado-lanceolados, usualmente acuminados, a menudo falcados, secundos; células lineares, parenquimatosas, lisas o débilmente papilosas en el ángulo apical, células alar, pequeñas, no infladas.

Hypnaceae

V

BIBLIOGRAFÍA

- BARTRAM, E. 1949 Mosses of Guatemala. Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany vol. 25. 442 p. EE.UU.
- CRONQUIST, A. 1986 Introducción a la Botánica. Traducido por Antonio Marino Ambrocio. México, D.F., Cecsá. p. 274-298.
- FONT QUER, P. 1985. Diccionario de Botánica. 9a. reimpresión, Barcelona, España., Labor. 1244 p.

PANIAGUA H., BARILLAS R., PONCIANO I. 1984.
Musgos y hepáticas de Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. Fitopublicación no 3. 59 p.

VI GLOSARIO [FONT QUER, 1985]

Alar //Axilar//. Situado en la bifurcación del tallo o de las ramas.

Caliptra Parte superior del arquegonio que después de sufrir algunas modificaciones permanece cubriendo a la cápsula desarrollada [Paniagua *et al*, 1984].

Caulidio Miembro análogo al tallo, pero no homólogo a él, que presentan los talófitos y briófitos, es decir los vegetales inferiores.

Cuculado De forma de capuz o de cogulla, acapuchonado.

Dioico En Briología (Ciencia que estudia los musgos); aplíquese a los musgos cuando los anteridios y arquegonios no se hallan en un mismo individuo, sino en pies distintos.

Esporófito En los Briófitos corresponde al esporogonio, que en el caso más general consta de seta o cuerda y el esporangio, formado, a su vez, por la cápsula con la cofia y el opérculo. En ciertos casos hay que incluir también el pseudopodio, de origen gametofítico.

Excurrente Hablando del tronco de un árbol, que llega hasta lo más alto de la copa, tal como lo vemos en las coníferas. —Véliz M.—

Aplíquese este término cuando en el filidio, la costa (vena) llega hasta el ápice del mismo.

Filidio Concepto correspondiente a la hoja, en el sentido amplio, pero limitado a los talófitos y briófitos.

Hipófisis En los musgos, intumescencia más o menos perceptible del ápice de la seta, debajo mismo del esporogonio.

Mitriforme En forma de mitra, cofia.

Parafilia En ciertos musgos, como los del género *Thuidium*, cada uno de los pequeños órganos foliáceos situado entre los filidios.

Peristoma En los briófitos, dispositivo mecánico (conjunto de dientes) destinado a regular la salida de las esporas en la urna de estas plantas, conforme la humedad del ambiente. En los casos de mayor complejidad es doble, formado por un exóstema y un endóstema.

Protonema En los briófitos, dicese del cuerpo celular que se produce al germinar una spora, generalmente filamentosos y más o menos ramificado, que recuerda las algas clorofíceas, diferenciándose por sus tabiques oblicuos.

Rizidio Miembro análogo a la raíz, pero no homólogo a ella, propio de los talófitos y briófitos.

RECURSOS GENÉTICOS

DISTRIBUCIÓN, VARIABILIDAD Y RIESGO DE EROSIÓN GENÉTICA DE ALGUNAS SAPOTÁCEAS EN GUATEMALA¹

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Martínez,
Dr. César Azurdia,
Ing. Agr. Helmer Ayala

I RIQUEZA GENÉTICA DE LAS SAPOTÁCEAS EN GUATEMALA

En Guatemala la familia de las sapotáceas está compuesta por ocho géneros. En general, casi todos los frutos de la familia *sapotaceae* son comestibles; además, la madera que produce es de buena calidad y dureza. El nombre

-
1. Síntesis de los artículos: Martínez, E. «Riqueza genética de sapotáceas en Guatemala»; Azurdia, C., Martínez, E. y Ayala, H. «Las sapotáceas y su relación con la distribución de la vegetación en Petén»; Azurdia, C., Martínez, E. y Ayala, H. «Distribución, variabilidad y riesgo de erosión genética de injerto (*Pouteria viridis*) en Guatemala»; Azurdia, C. «Algunas reflexiones acerca del origen y variación del injerto (*Pouteria viridis*)»; Azurdia, C., Martínez, E. y Ayala, H. «Avances en el conocimiento de la distribución geográfica de *Pouteria sapota* (Zapote) en Guatemala», *Boletín de Recursos Fitogenéticos*, Subprograma de Recursos Genéticos

El nombre zapote se deriva del Nahuatl «tzapotl», nombre para designar muchas frutas esféricas de varias especies, dulces, y con semillas grandes, de la mayoría de la familia de las sapotáceas.

zapote se deriva del Nahuatl «tzapotl», nombre para designar muchas frutas esféricas de varias especies, dulces, y con semillas grandes, de la mayoría de la familia de las sapotáceas.

El zapote es originario de las partes bajas de Centroamérica. En Guatemala se le ha encontrado en casi todo el país, hasta en altitudes de 1,800 metros sobre el nivel del mar (msnm). Generalmente crece en forma silvestre, en huertos familiares y en muy pocos casos como plantaciones comerciales. En la región oriental de Guatemala el zapote crece en las áreas de regadío o en las riberas de los ríos. En la mayoría de los casos crece juntamente con chico (*Manilkara zapota*), aguacate (*Persea spp.*), mango (*Mangifera indica*), mamey (*Mamea americana*) y muchas otras especies de frutales tropicales.

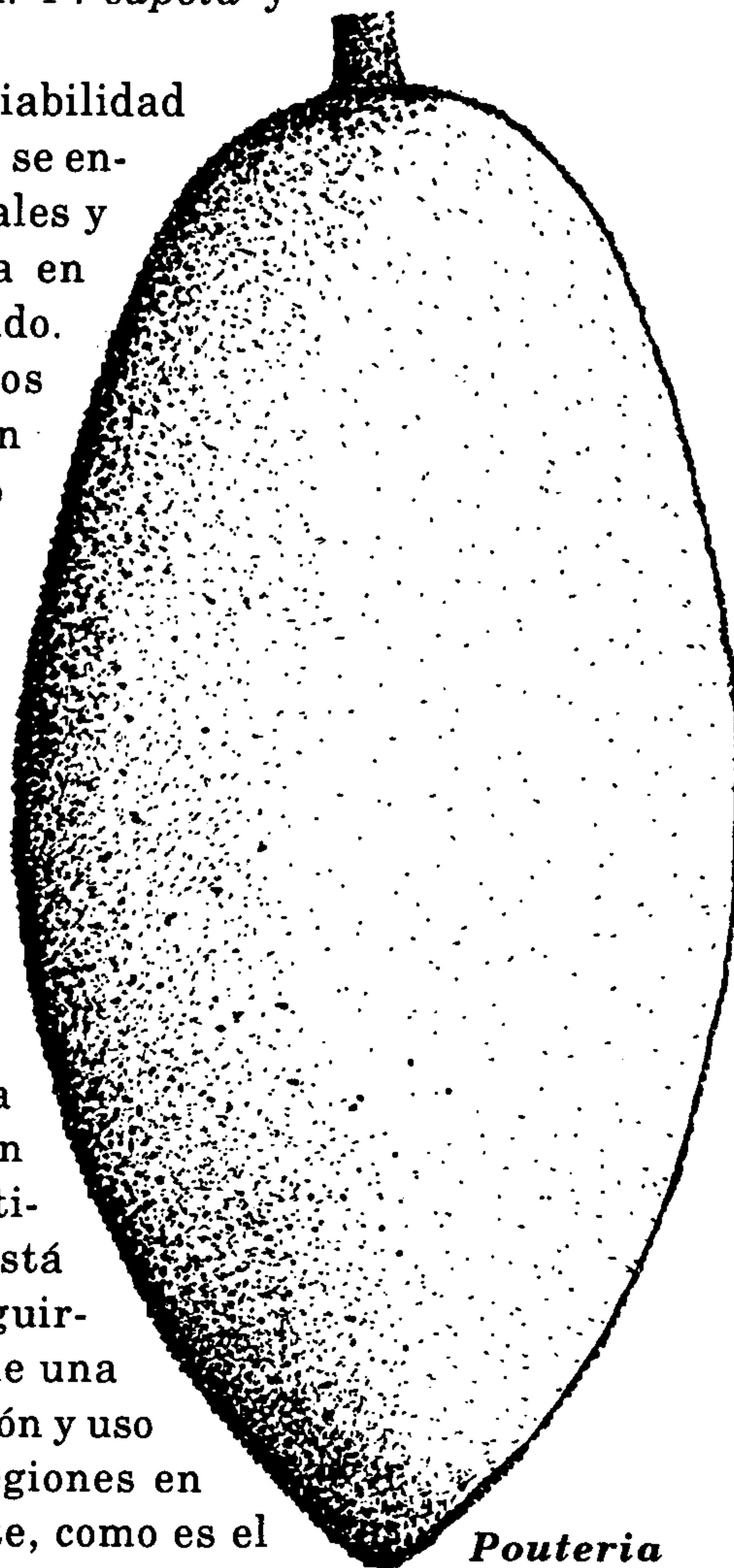
Muchas especies pertenecientes al género *Pouteria* son árboles frutales y están ampliamente distribuidos en las tierras bajas de Guatemala, ocupada por áreas de bosque húmedo y muy húmedo subtropical. Dentro de este género algunas de las especies reportadas en el país son: zapote (*P. sapota*), injerto (*P. viridis*), canistel (*P. campechiana*), *P. lundelli*,

Vegetales (REGEVE), Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, varios números. Los artículos corresponden a los resultados obtenidos en el proyecto «Conservación y uso sostenible de frutales tropicales» desarrollado por la Facultad de Agronomía conjuntamente con el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

sapotillo (*P. durlandii*), *P. amygdalina*, pan de la vida (*P. hypoglauca*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), chico (*Manilkara zapota*), etc. Dentro de estas especies las de mayor importancia económica son: *P. sapota* y *P. viridis*.

Buena parte de la variabilidad genética del género *Pouteria* se encuentra en las áreas forestales y montañosas de Guatemala en donde aún no se ha explorado. Algunos de estos genotipos están en proceso de erosión genética debido al abandono en que se encuentran o al avance de la frontera agrícola.

El zapote verde o de clima frío (*Pouteria viridis*, *rax tul* en Quekchí) más ampliamente conocido como «injerto», crece en regiones con altitudes desde 1,850 msnm. Es una especie poco conocida y consumida por la población guatemalteca. En algunas regiones, como el altiplano central, esta especie está amenazada y tiende a extinguirse, a menos que se desarrolle una estrategia para su conservación y uso sostenible. Existen otras regiones en donde crece abundantemente, como es el caso de Alta Verapaz, pero aún en esta región se observa un incipiente proceso de erosión



*Pouteria
sapota*

En Alta Verapaz, se observa un incipiente proceso de erosión genética de Pouteria viridis, debido a cambios en el uso de la tierra, principalmente por el establecimiento de lecherías y el cultivo de hortalizas.

genética, debido a cambios en el uso de la tierra, principalmente por el establecimiento de lecherías y el cultivo de hortalizas.

Desde el punto de vista biológico, económico, social y nutricional, el cultivo de sapotáceas tiene una enorme importancia para Guatemala. En primer lugar porque permite mantener la bio-diversidad y evita que algunos genotipos con valor potencial puedan desaparecer. En segundo lugar, este cultivo puede generar divisas mediante su exportación ya sea como fruta fresca o como pulpa congelada. En tercer lugar, porque representa una fuente alternativa de ingresos para el pequeño y mediano agricultor. En cuanto a lo nutricional, las sapotáceas son frutos de alto valor nutritivo, hecho ignorado por la mayoría de la población Guatemalteca. La pulpa de la mayoría de sapotáceas es rica en carbohidratos, proteína, fibra y minerales, principalmente calcio, fósforo, niacina y ácido ascórbico.

Las consideraciones anteriores nos llevan a concluir que la preservación y el uso sostenible de los recursos genéticos frutícolas nativos de América tropical, incluyendo la familia de las sapotáceas, constituye una responsabilidad de todos y no solo de un sector o grupo de individuos. Esto obliga además a la preservación de nuestros bosques tropicales húmedos y de todos nuestros recursos naturales en general.

II
DISTRIBUCIÓN, VARIABILIDAD Y
RIESGO DE EROSIÓN GENÉTICA DEL
INJERTO (*POUTERIA VIRIDIS*)

Distribución

El injerto se encuentra distribuido en Guatemala a lo largo de las siguientes zonas de vida:

BOSQUE MUY HÚMEDO SUBTROPICAL FRÍO. Esta zona está constituida por aquellas localidades del departamento de Alta Verapaz tales como las cabeceras municipales de San Juan Chamelco, San Pedro Carchá, Cobán, Santa Cruz, San Cristóbal y Tactic, que se encuentran en altitudes que van desde 1,281 a 1,500 msnm. Los límites de la distribución del injerto para esta región están al norte en Chinacté a 900 msnm en el camino que conduce a Sebol y Secocpur a 600 msnm en el camino que conduce a Chisec. Por el lado este, a la altura de Tamahú, a 1,000 msnm; en el sur, los primeros árboles se observaron en Santa Cruz, a 1,400 msnm. Un ejemplar que fue notorio fue el localizado a 8 km de la Tinta, a una altura de 180 msnm y en una zona de vida de bosque muy húmedo subtropical cálido, el cual fructifica en el mes de diciembre, a diferencia de los ubicados en las partes más altas de Alta Verapaz, que fructifican en los meses de febrero y marzo. Esta accesión es la que se ha encontrado en una localidad con la altura más baja sobre el nivel del mar, lo cual refleja

cierta similitud con los injertos presentes tanto en Costa Rica como Nicaragua, donde esta especie está distribuida en zonas bajas.

BOSQUE HÚMEDO MONTANO BAJO SUBTROPICAL. En esta zona los especímenes de injerto son menos abundantes comparados con los presentes en la zona de vida anterior. Localidades típicas de esta zona de vida son: San Rafael Petzal, San Idelfonso Ixtahuacán, San Pedro Necta y Aguacatán, en el departamento de Huehuetenango; San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, San Andrés Itzapa, Parramos y San José Poaquil, en el departamento de Chimaltenango. En las áreas mencionadas la altitud sobre el nivel del mar varía desde los 1,520 hasta los 1,850 metros.

BOSQUE HÚMEDO SUBTROPICAL TEMPLADO. Las localidades más importantes en esta zona son: Mataquescuintla, en el departamento de Jalapa; San Rafael las Flores, en Santa Rosa; San Antonio Aguas Calientes, Jocotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y San Miguel Dueñas, en Sacatepéquez. La altitud en dichas localidades varía entre 1,150 y 1,580 msnm.

Algunos otros ejemplares han sido colectados a altitudes más bajas, como es el caso del material proveniente de La Joya, Nueva Santa Rosa, a 900 msnm y en Moyuta, Jutiapa, a 750 msnm, ambos pertenecientes al bosque muy húmedo subtropical cálido.

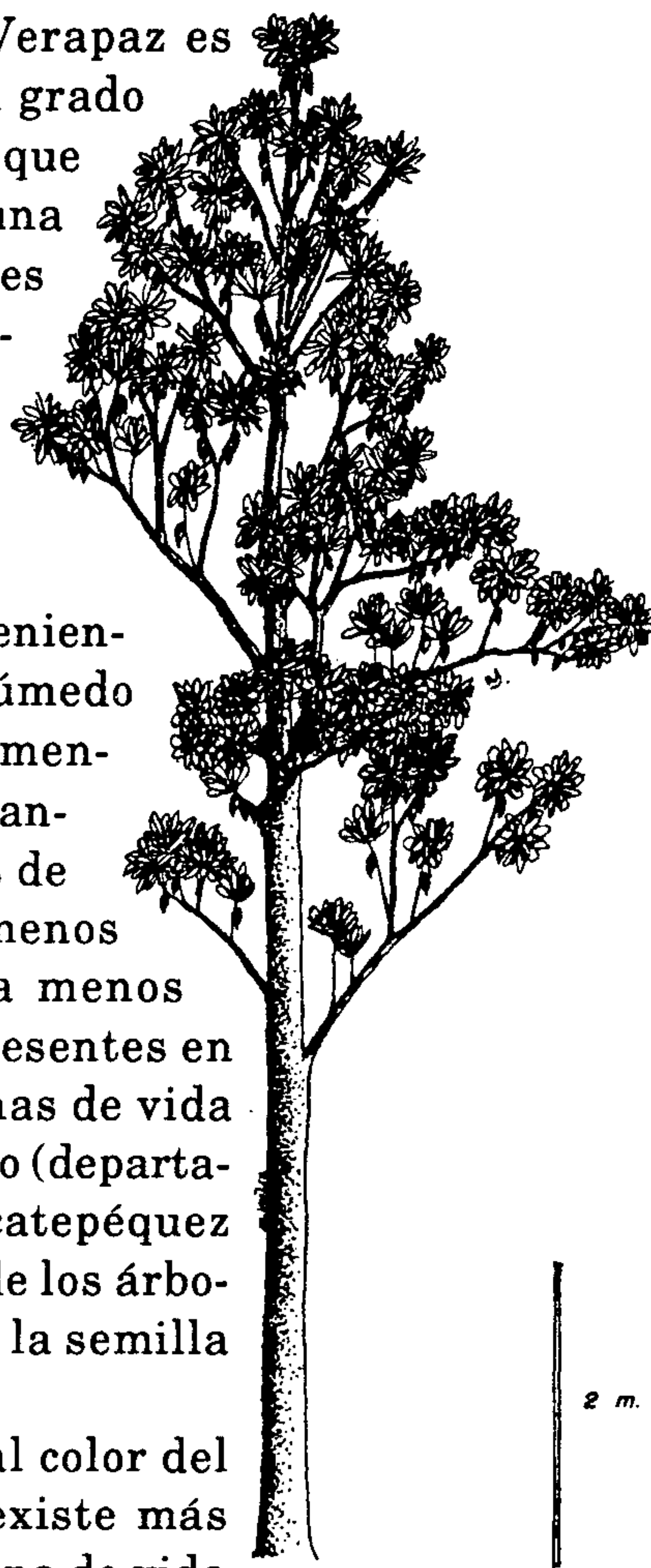
En lo referente a la abundancia de árboles en las diferentes zonas de vida mencio-

nadas, el departamento de Alta Verapaz es el que contiene más árboles, a tal grado que en algunas localidades se dice que el injerto crece en el área como una maleza. En el resto de las localidades el número de árboles es relativamente pequeño.

Caracterización *in situ*

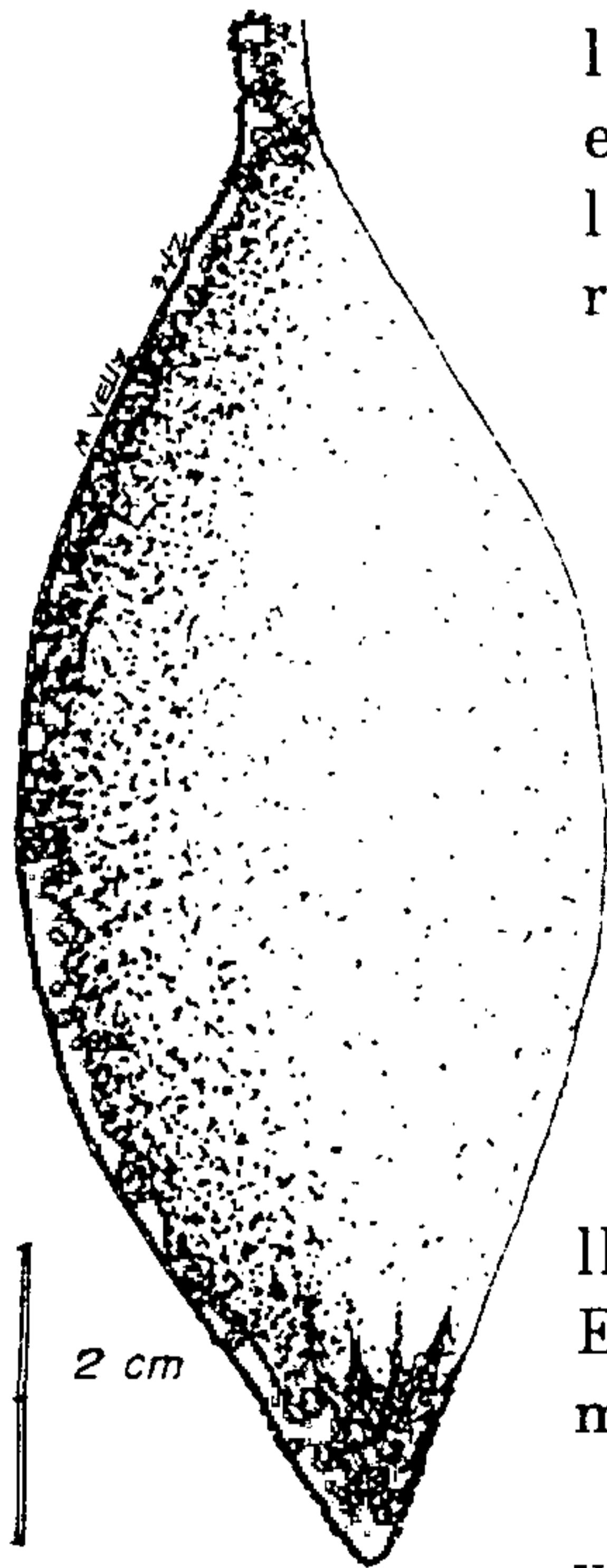
Los materiales genéticos provenientes de la zona de vida bosque húmedo montano bajo subtropical (departamentos de Huehuetenango y Chimaltenango) se caracterizan por ser árboles de menor altura (5 a 22.5 m), frutos menos pesados (90.0 a 248 g) y semilla menos pesada (12.65 a 32.00 g) que los presentes en las localidades ubicadas en las zonas de vida bosque húmedo subtropical templado (departamentos de Santa Rosa, Jalapa, Sacatepéquez y Guatemala) en donde el tamaño de los árboles varía de 3.0 a 25 m; y el peso de la semilla de 14.13 a 44.29 g.

Sin embargo, en lo referente al color del mesocarpio y la forma del fruto, existe más diversidad de germoplasma en la zona de vida bosque húmedo montano bajo que la presente en el bosque subtropical cálido; así, en cuanto a forma de fruto se tiene que en la primera zona de vida mencionada, existen 15 formas distintas, mientras que en la segunda, 12 formas. Referente al color del mesocarpio, se observaron 17 colores distintos en una muestra de 26 accesiones para el caso del bosque húme-



Hábito del injerto (San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala)

**DIVERSIDAD DE
LA FORMA DEL
FRUTO EN
INJERTO**



**Fruto de injerto,
Pouteria Viridis
(Pittier)
Cronquist**

do montano bajo, y de 16 colores distintos en una muestra de 41 accesiones, para el caso del bosque húmedo subtropical templado.

A la fecha no se cuenta con toda la información obtenida a partir de 55 árboles caracterizados en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical frío, sin embargo, los datos preliminares indican que existen más de 20 formas de fruto, así como la presencia de árboles de hasta 1.50 m de diámetro a la altura del pecho. Azurdia, plantea que dicha región es la que presenta los árboles más grandes, los frutos más diversos tanto en forma como en tamaño y, aún más importante, registra la presencia de árboles de injerto asociados a remanentes de vegetación natural.

En cuanto al color del epicarpio, se observó que los injertos de la zona de Chimaltenango tienden a ser en su mayoría de color verde-amarillento con la excepción de un material genético de Parramos (CHI-19) que presenta un epicarpio color anaranjado fuerte. Los frutos provenientes de Quiché, Huehuetenango y Alta Verapaz son de color verde o verde-amarillento, mientras que los de Sacatepéquez se diferencian notablemente porque predominan los colores amarillentos o amarillo anaranjado y anaranjado. Estos últimos tienen más demanda en el mercado por ser más atractivos.

Los frutos de los árboles localizados a mayores altitudes sobre el nivel del mar presentan un epicarpio lustroso con muy pocas lenticelas en el ápice, mientras que los de los árboles localizados a menor altitud están casi

totalmente cubiertos con lenticelas, dando la apariencia de un zapote. Casos específicos son las accesiones procedentes de La Joya, Nueva Santa Rosa y Moyuta, Jutiapa, ambas localizadas en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido.

Fenología

La disponibilidad de frutos maduros varía dependiendo de la localidad. Se puede observar que para las localidades de Huehuetenango, la época de cosecha del fruto es durante marzo y abril y para Alta Verapaz, febrero y marzo. Estos resultados contrastan con los reportados por Azurdia en 1995 quien indican que en el altiplano central de Guatemala la mayor disponibilidad de frutos es durante los meses de mayo y junio.

Con la información recabada se puede concluir que en el germoplasma de *P. viridis* de Guatemala existe alta variabilidad en cuanto a época de fructificación, lo cual es ventajoso ya que se podría contar con producción de injerto durante todo el año, dependiendo de los materiales genéticos utilizados.

Aspectos etnobotánicos

El injerto es una especie que está ligada íntimamente con las comunidades humanas en las cuales se presenta. Debido a que el fruto se consume por el sabor agradable de su mesocarpio, esta especie tiende a ser cultivada a nivel de huerto familiar. Sin embargo, la

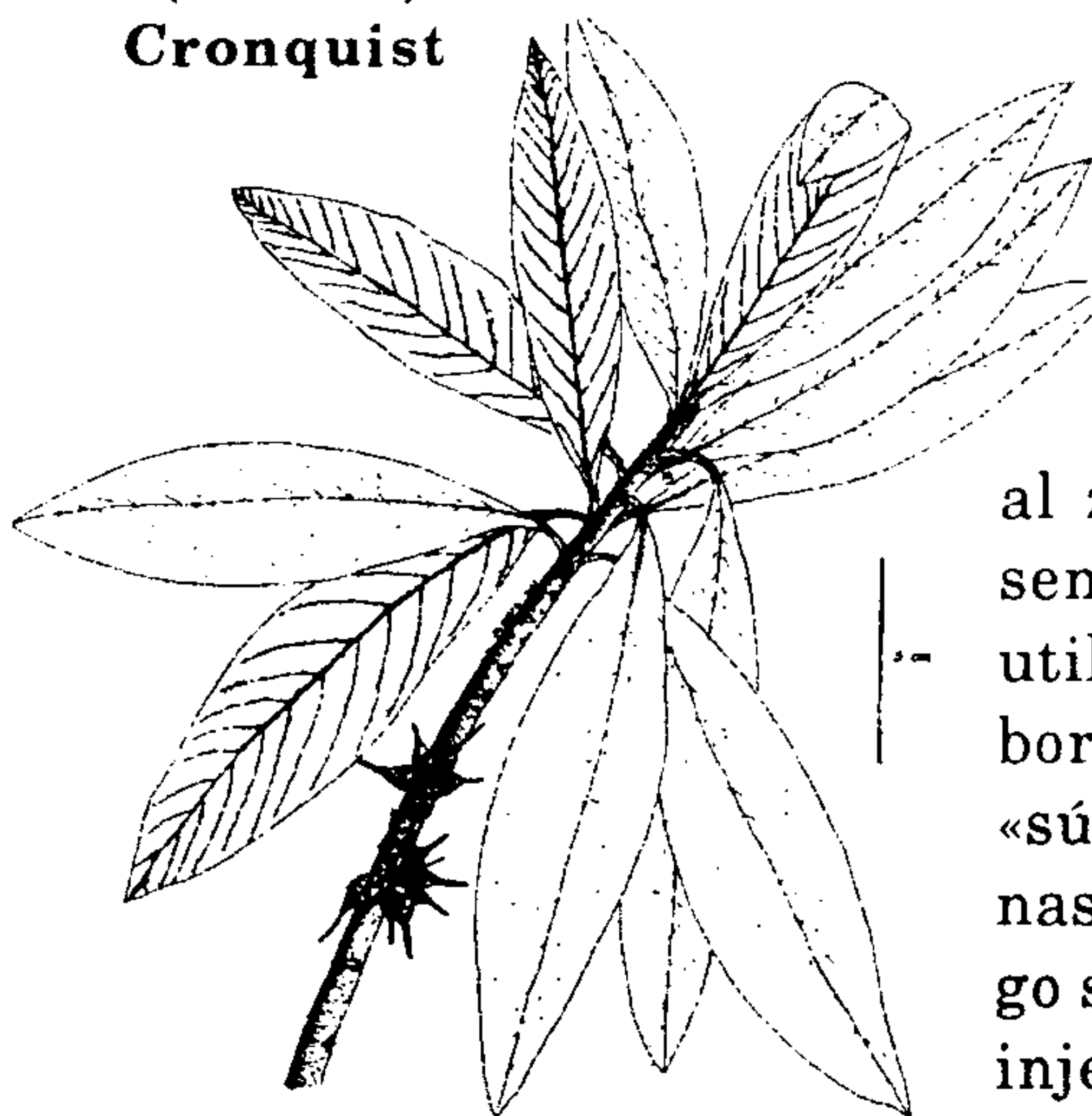
relación hombre-planta se ve más intensificada en las comunidades de Alta Verapaz, en donde esta especie se cultiva no solo en huertos familiares sino como componente del sistema agroforestal compuesto por café (*Coffea arabica*), pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), pimienta (*Pimienta dioica*) y chucte (*Persea schedeana*).

Además, la palabra castellana «injerto» es poco utilizada, teniendo su nombre específico dependiendo del grupo étnico. Por ejemplo, en el área q'eqchi', que es la mayoritaria, se le denomina «*Raxtul*», mientras que en el área Pocomchii, se le denomina «*Raxtulul*». Un dato llamativo en cuanto a la importancia del «*Raxtul*» en las comunidades q'eqchi'es es el hecho de que en una aldea recibe el nombre de «*Rubelraxtul*» que significa bajo el árbol de injerto. En San Rafael Petzal el injerto recibe el nombre de «*Chul*», palabra de origen

Mam. En el área de Chimaltenango (etnia kaqchikel) el injerto no tiene un nombre específico y simplemente se le denomina «*Tulul*», el mismo nombre que se utiliza para denominar

al zapote (*Pouteria sapota*). La semilla de zapote (*P. sapota*) es utilizada ampliamente en la elaboración de un atole llamado de «súchiles», sin embargo, en algunas localidades de Huehuetenango se reporta que las semillas de injerto se utilizan de igual ma-

El injerto,
Pouteria Viridis
(Pittier)
Cronquist



nera que las de zapote en la elaboración del atole mencionado.

Erosión genética

Existe una constante pérdida de los recursos genéticos vegetales debido a la presión existente sobre el recurso suelo por parte de las comunidades humanas, que cada vez requieren más suelo para dedicarlo a la agricultura o al desarrollo urbano. Asimismo no se cuenta con una política nacional que promueva la utilización de nuestros recursos genéticos vegetales, lo que también incide en la constante pérdida de los mismos. El injerto no se escapa de esta situación apremiante: es una especie que no tiene condiciones de mercado adecuadas y mucha gente la conoce dentro de su área de distribución, pero no lo considera como una especie importante; además, el período de fructificación es sumamente largo, lo que redundando en el hecho de que esta especie pierda atractivo para los agricultores.

En todas las localidades que se visitaron la gente expresó que en años anteriores el número de árboles existentes en dichas localidades era mayor pero que básicamente por la necesidad de vivienda, los sitios urbanos han tenido que ser subdivididos entre los descendientes, dando como consecuencia la eliminación de árboles de injerto. En otros casos, la necesidad de sembrar cultivos anuales bajo mejores condiciones de luminosidad ha requerido que los árboles sean eliminados. Por ejemplo, en la localidad de San Andrés Itzapa,

Existe una constante pérdida de los recursos genéticos vegetales debido a la presión existente sobre el recurso suelo por parte de las comunidades humanas.

En todas las localidades que se visitaron la gente expresó que en años anteriores el número de árboles existentes en dichas localidades era mayor pero que básicamente por la necesidad de vivienda, los sitios urbanos han tenido que ser subdivididos entre los descendientes, dando como consecuencia la eliminación de árboles de injerto.

Chimaltenango, existe una región del municipio denominada «el injertal» debido a que existía un árbol de injerto con DAP mayor de 1.5 m, sin embargo, en la actualidad dicha área está siendo cultivada con frambuesa, una fruta importante para la exportación, por lo que el nuevo propietario eliminó el afamado árbol. Situación similar está ocurriendo en Aguacatán, Huehuetenango, en donde los agricultores están eliminando los pocos árboles existentes para poder utilizar mayor área en la siembra de ajo. Otro caso que se tiene reportado es en Panajachel, Sololá, en donde la construcción de un centro comercial determinó que un flamante árbol de injerto fuera eliminado. En los proyectos de caracterización en las áreas de Quiché y Alta Verapaz se ha tenido que reducir el número de árboles a caracterizar debido a que en el transcurso del estudio han sido eliminados algunos árboles que constituían la muestra.

Bajo tales circunstancias se impone desarrollar una política de rescate de dicho germoplasma. Dos medidas inmediatas se han comenzado a desarrollar: la conservación de los materiales genéticos identificados como los más valiosos durante las caracterizaciones y el desarrollo de una campaña con los agricultores para darles a conocer la importancia de la conservación de dicho recurso genético. Paralelamente se trata de desarrollar una política que incentive el cultivo del injerto, para destinarlo tanto a la exportación como al uso industrial a nivel nacional, ya sea como alimento humano en el caso de la pulpa o bien

para la elaboración de jabones y champús a partir de la semilla.

Se debe mencionar que en áreas urbanas como la Antigua Guatemala o la misma ciudad capital de Guatemala, existen ciertos ejemplares de injerto que producen frutos de buena calidad y que son árboles muy viejos, los cuales están localizados en lugares donde se espera que sean protegidos y salvaguardados, como por ejemplo, en la iglesia de Yurrita, en el zoológico la Aurora y en el Jardín Botánico de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En conclusión se puede decir que el injerto es una especie que está desapareciendo rápidamente de las localidades en las que se encuentra distribuido y que por lo tanto es urgente desarrollar algún programa de protección de dicho recurso. En los momentos actuales, se hace imprescindible desarrollar una metodología eficiente de injertación, de tal manera que se reduzca el período de la primera cosecha. Además se necesita conservar toda la información genética contenida en un material valioso, así como desarrollar la metodología de conservación *in vitro*, de tal manera que se puedan reducir los costos de conservación, ya que las colecciones de campo son demasiado onerosas.

Finalmente, se necesita buscar fuentes de ingresos para los agricultores que tienen algunos árboles de injerto o bien para el desarrollo, en un futuro cercano, de plantaciones comerciales dedicadas a la exportación de fruta madura o de pulpa congelada. Para el primero de los casos se necesita un proyecto

Se hace imprescindible desarrollar una metodología eficiente de injertación, de tal manera que se reduzca el período de la primera cosecha.

de investigación relativo a tratamiento hidrotérmico, tendiente a eliminar las plagas que el injerto posee. Se debe promover además la utilización del injerto en las industrias nacionales para la producción de helados y refrescos de injerto, tal como en la actualidad sucede con el zapote (*Pouteria sapota*).

Áreas por coleccionar

Conociendo las zonas de vida en las cuales se distribuye el injerto, aún quedan algunas áreas en el país que deben ser estudiadas. Para el caso del bosque húmedo montano bajo se deben explorar las localidades que rodean al lago de Atitlán, Sololá, región interesante por la composición cultural de sus pobladores así como por sus condiciones ecológicas particulares. Otra región interesante es La Unión, en Zacapa y San Juan Ermita y Quezaltepeque en Chiquimula, ya que por estar ubicados en la zona de vida bosque húmedo subtropical templado, se espera encontrar algunos ejemplares.

III

CANISTEL O CACA DE NIÑO (*POUTERIA CAMPECHIANA*)

Distribución

El canistel (*P. Campechiana*) es una especie arbórea que crece tanto en la vertiente del Pacífico como del Atlántico, formando parte

del bosque tropical lluvioso. Estudios desarrollados por Aguilar y Aguilar, en 1992, en la Biósfera Maya indican que *P. campechiana* es una de las especies con valores de importancia ecológica más altos en la asociación climática y asociación edáfica de Tikal.

Sus frutos son bayas y pueden alcanzar hasta 7cm de largo y de 3-5cm de ancho, con forma de pera o subglobosa con remanentes del cáliz, pulpa amarilla, produciendo un exudado blanco pegajoso, especialmente cuando aún está inmaduro, contiene de 3 a 5 semillas. [Pennington y Sarukan, 1968]. La fruta tiene sabor y aroma agradable, por lo que en algunas áreas en las que se encuentra distribuido naturalmente o cultivado es usado en alimentación humana.

En Guatemala es poco conocida y utilizada esta especie, pero con una buena promoción y difusión, puede incrementarse su utilización tanto para consumo interno como para exportación, dado que inclusive esta especie se principia a cultivar en otros países. Reporte de localidades en Guatemala en donde se pueden encontrar especímenes de canistel es dado por Pennington [1990]. Dicho autor menciona que el canistel puede encontrarse en Cobán, Alta Verapaz; Panajabal, Chimaltenango; Puerto Méndez, Izabal; Colomba, Quezaltenango; Río Coyote, Retalhuleu; Malacatán, San Marcos, Pueblo Nuevo, Suchitepéquez y en diferentes localidades del norte de Petén. Sin embargo, en las diferentes giras de exploración y colecta que se han desarrollado durante el presente año, esta especie

ha sido encontrada únicamente en localidades del bosque húmedo subtropical templado como Rabinal, Baja Verapaz; Río Blanco, Sacapulas, Quiché y Olopa, Jutiapa (Cuadro 1), estando en todos los casos mencionados, cultivado en asocio con otras sapotáceas como el zapote (*P. sapota*) y chico (*Manilkara zapota*), bajo condiciones de regadío. Por otro lado, se ha observado abundantemente en la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido que cubre el centro y norte de Petén, asociado a vegetación natural dominada por *M. zapota* y *Brosimum alicastrum*. Es evidente que ninguna muestra se ha observado en el bosque muy húmedo subtropical cálido de la costa sur del país en donde por referencia de Pennington [1990] debería estar presente. Los datos de pasaporte de las pocas recolecciones realizadas a la fecha se muestran en el Cuadro 1.

Caracterización *in situ*

Debido a que se tienen muy pocas accesiones identificadas a la fecha, a la par de que algunas de ellas no presentaban fruto al momento de su identificación, muy pocos son los resultados y conclusiones que se pueden obtener a partir de ellos (Cuadro 2). Sin embargo, parece ser que aún los frutos procedentes de árboles cultivados son pequeños, en relación al tamaño de los frutos de variedades mejoradas de canistel, tal es el caso de frutos observados en La Ceiba, Honduras, procedentes de materiales genéticos mejorados en La Florida, los cuales tenían 11cm de largo,

8cm de diámetro y un peso de 275 gramos. Además, los árboles observados en Honduras no medían más de dos metros de altura y ya estaban en plena fructificación, mientras que los materiales de origen guatemalteco son mayores de 5 metros de altura, especialmente

Cuadro 1
DATOS DE PASAPORTE MÁS IMPORTANTES DE LAS RECOLECCIONES DE CANISTEL (*POUTERIA CAMPECHIANA*) EN GUATEMALA.

Identificación	Localidad	Altitud msnm	Longitud	Latitud
BV-1	Chivichán, Rabinal, Baja Verapaz	900	90°19'	15°05'
PE-1	Yarché, San Andrés, Petén	240	89°59'	17°15'
PE-7	Rancho de los Niños, San Andrés Petén	200	89°59'	17°02'
QUI-58	Río Blanco, Sacapulas, Quiché	1,240	91°01'	15°17'

Cuadro 2
ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE ACCESIONES DE CANISTEL (*POUTERIA CAMPECHIANA*).

Características	Identificación			
	QUI	PE-3	PE-7	BV-1*
Alto (M)	8	24	9	4.5
DAP (cm)	20	50	25	10
Peso (g)	50.0			45.0
Largo (cm)	6.8			6.1
Diámetro (cm)	4.1			4.5
No. de semillas	1			1

* Fruto en estado inmaduro.

los silvestres que llegan a alcanzar hasta 30 metros de altura.

Fenología

Según referencias de los habitantes de la zona petenera, el canistel fructifica durante el mes de noviembre, tal como sucede en la región de Rabinal Baja Verapaz. Por el contrario, las muestras colectadas en Olopa, Chiquimula y Río Blanco, Quiché, estaban disponibles para el mes de marzo. Por lo tanto, tan sólo en cuatro muestras identificadas a la fecha, se puede notar que existe variación en cuanto a fenología del fruto.

Erosión genética

Basados en el hecho de que a la fecha no se ha podido encontrar ningún ejemplar en la costa sur de Guatemala, aun cuando la bibliografía reporta su presencia en dicha zona, y de que hay informantes de dichas regiones que indican que algunas veces existían estos árboles frutales, se puede decir que el proceso de extinción de esta especie tanto en comunidades vegetales naturales como cultivadas es alarmante. El caso más drástico en la actualidad se presenta en el bosque húmedo subtropical cálido de Petén en donde el canistel es una de las especies más importantes, por lo tanto, debido a la tasa acelerada de destrucción de dicho bosque, el canistel tiende a desaparecer.

El caso más drástico de erosión genética de canistel se presenta en el bosque húmedo subtropical cálido de Petén debido a la tasa acelerada de destrucción de dicho bosque.

Un ejemplo de como la erosión genética

está afectando al canistel cultivado se refleja en Rabinal Baja Verapaz. En esta localidad existen bastantes árboles de canistel a lo largo de los regadíos, sin embargo, los propietarios están eliminando los árboles debido a que no tienen ningún valor comercial, a tal grado que los frutos no son cosechados y por lo tanto no llegan ni siquiera al mercado local. Por esta razón, es prioritaria la recolección de estos pocos materiales genéticos y establecer con ellos colecciones de campo. Para el caso de los materiales silvestres, la conservación tendrá que ser en condiciones *in situ* en las áreas protegidas de Petén y la Franja Transversal del Norte.

Etnobotánica

P. campechiana recibe en Guatemala básicamente dos nombres, «Canizté» que es de origen maya y la palabra castellana, «caca de niño» dado el color y consistencia de la pulpa. Los nombres mencionados definen el grado de preferencia de las personas por el fruto, es así como en aquellas comunidades en las cuales el fruto es utilizado en alimentación humana se le denomina canistel y en aquellas en las cuales el fruto no tiene mucha importancia, se le denomina despectivamente como «caca de niño». En general se puede plantear que el canistel es poco conocido en Guatemala, a la par de que en las comunidades en las cuales está presente no tiene mucha aceptación. La madera es utilizada y apreciada en construcción.

Áreas por coleccionar

Se pretende para 1996 realizar una búsqueda más detallada de esta especie en localidades de la costa sur de Guatemala, en la franja transversal del norte y además, caracterizar *in situ* varias comunidades presentes en la región norte de Petén.

IV CAIMITO (*CHRYSOPHYLLUM CAINITO*)

Distribución y caracterización *in situ*

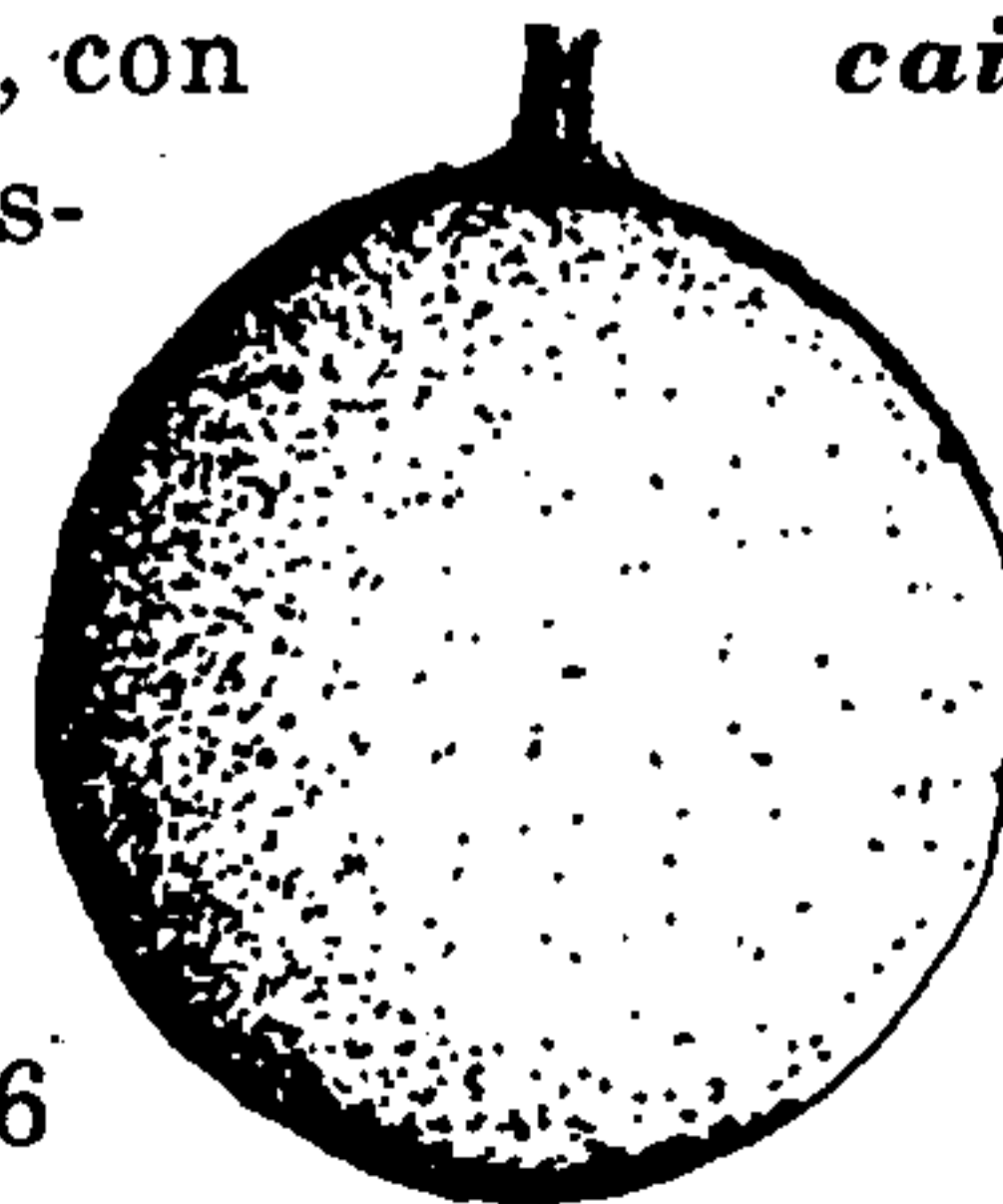
Esta especie se encuentra distribuida en la región cálida húmeda de la costa sur y costa norte del país, siendo prácticamente una especie que se encuentra bajo cultivo debido a que esta especie se considera originaria de las Antillas y naturalizada en la región mesoamericana [Williams, 1981] por lo que no se le encuentra en forma silvestre en dicha área.

En Petén esta especie está localizada en áreas en donde hay asentadas comunidades humanas, siendo las áreas más importantes en cuanto a cantidad de árboles presentes, Sayaxché, Melchor de Mencos y San Francisco. La altura de los tallos oscila entre 8 a 30 metros de altura, con diámetro a la altura del pecho (DAP) de 19 a 93cm; fruto con un peso de 62 a 136 gramos, con dimensiones de 49 a 64mm de largo y 49 a 61mm de ancho; de 2.7 a 7.5 semillas por fruto, las cuales tienen un

peso de 2.29 a 7.15 gramos/fruto, con dimensiones de 17 a 22mm de largo y 10 a 14mm de ancho. Referente a variabilidad en el color del fruto, los hay de dos tipos, los que al madurar conservan un color verde blanquecino con mesocarpio blanquecino y los de color púrpura con mesocarpio púrpura blanquecino. De acuerdo con los habitantes de las regiones en las cuales estos árboles crecen, el fruto de color púrpura es el preferido en el mercado local, por lo cual su precio es más alto.

En la costa sur de Guatemala es sumamente frecuente en la parte costera de los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez, Quezaltenango, Escuintla y Santa Rosa, en donde se encuentra creciendo a nivel de huerto familiar. Un caso especial es el que se observa en la aldea el Jardín, Santa Bárbara, Suchitepéquez, en donde existe una plantación de café que utiliza como sombra caimito. Referente a caracterización *in situ* muy poco se puede anotar ya que en la época en que se visitó la región pocos árboles estaban fructificando, a la par de que muchos de ellos han sido podados para disminuir el efecto de la mosca de la fruta (*Ceratitis sp.*). Los árboles resultan ser variables en cuanto a altura, teniendo un rango de 6.8 a 26.5 metros, con un promedio de 14.6 metros en una muestra de 41 árboles; el DAP varía de 13-62 cm, con un promedio de 34 cm; peso de los frutos, 53-109 gramos; largo del fruto, 4.5-6.0 cm; ancho del fruto, 3.8-5.33 cm; peso de la semilla/fruto, 0.9-2.3 gramos; largo de la semilla, 0.42-1.66

Fruto de caimito
Chrysophyllum
cainito L.



2 cm

cm; ancho de la semilla, 0.5-1.15 cm; semillas no germinadas dentro del fruto; promedio de 4 semillas/fruto. Con relación al color del epicarpio, aparentemente en la costa sur de Guatemala el caimito morado es más abundante ya que el 75% de los árboles muestreados presentaban este tipo de fruto, mientras que el restante 25% es de epicarpio verde blanquecino. Esta situación es entendible dado que a nivel de comercio el caimito colorado es más caro. En el caso de Petén, los caimitos de color verde-blanquecino son un poco más frecuentes, dado que en la muestra tomada, el 56% presentaba este color de epicarpio.

Fenología

En las diversas regiones del país visitadas se pudo observar que existe bastante correspondencia en la época de fructificación del caimito, siendo básicamente durante la estación comprendida de febrero a abril. Los frutos que se producen en algunos árboles en los meses subsiguientes son desechados ya que son afectados drásticamente por las larvas de *Ceratitis*. Se puede añadir que se obtiene solamente una cosecha al año y que los árboles no defolian durante la época seca.

Aspectos etnobotánicos

Standley y William [1967] mencionan que la ausencia de un nombre de origen nahuatl para una especie tan conocida como el caimito, es un indicativo que esta especie fue desco-

nocida en tierra firme antes de la conquista de los españoles. Sin embargo, esta especie es muy popular dentro de la población guatemalteca debido al sabor exquisito que tienen sus frutos, los cuales son consumidos como fruta fresca. La madera de esta especie algunas veces es usada en construcción y en mueblería fina.

Erosión genética

En la actualidad existen varios factores que afectan negativamente al germoplasma del caimito. La falta de estímulo a la producción comercial de esta fruta hace que la misma carezca de importancia comercial, siendo tan sólo consumido a nivel de núcleo familiar y muy pocos de ellos alcanzan los mercados locales o regionales. Además, quizás el factor más grave es la presencia de la mosca de la fruta en el caimito, lo que ha hecho que instituciones de gobierno estén aplicando una política tendente a eliminar árboles de esta especie en la costa sur de Guatemala. Esta acción consiste en darle al agricultor árboles frutales de otras especies mientras que el agricultor permite que los árboles de caimito sean drásticamente podados, con el objetivo que el nuevo árbol que se producirá a través del tiempo produzca menos frutos debido a su tamaño, a la par que estos frutos puedan ser tratados fitosanitariamente. Por esta razón, a la fecha se ha observado reducción en la producción de caimito procedente de la costa sur. Se considera necesario conservar a aquellos ejem-

plares con alto valor agronómico, los cuales deben de ser identificados en la fase de caracterización agronómica.

Áreas por colectar

Para los primeros meses del 1996 se tiene planeado colectar frutos en la costa sur de Guatemala, ya que sólo se tiene información del tipo de árbol, no del fruto. Además, se debe de incluir el departamento de Izabal, el cual es uno de los más ricos en caimito. Adicional a recolección se pretende realizar por lo menos una caracterización más detallada de esta especie en una región de la costa sur y otra en la costa atlántica, ya que en términos generales se puede anticipar que el germoplasma de caimito en Guatemala no es tan variable como el de otras especies de sapotáceas nativas.

BIBLIOGRAFÍA

- AZURDIA, C. 1994. Algunas reflexiones acerca del origen y variación del injerto (*Pouteria viridis*). Boletín de Recursos Fitogenéticos, FAUSAC 4: 5-6.
- AZURDIA, C., E. MARTÍNEZ y H. AYALA. 1995a. Avances en el conocimiento del germoplasma del injerto (*Pouteria viridis*) en Guatemala. Boletín de Recursos Fitogenéticos, FAUSAC 3: 3-4.
- AZURDIA, C., E. MARTÍNEZ y H. AYALA. 1995b. Facul-

tad de Agronomía realiza investigación en sapotáceas. Boletín Agro, FAUSAC 2:4-5.

PENNINGTON, T.D. 1990. Sapotaceae. Monograph 52. Flora Neotropica. The New York Botanical Garden, New York, USA. 770 p.

Los autores

Helmer Ayala

Ingeniero Agrónomo. Profesor investigador del Proyecto de Frutales Tropicales del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la USAC.

César Azurdia Pérez

Ingeniero Agrónomo Ph. D. Coordinador del Subprograma de Investigación en Recursos Genéticos Vegetales de la FAUSAC.

Ernesto Carrillo

Profesor del Área de Ciencias, FAUSAC.

Álvaro Gustavo Hernández Dávila

Ingeniero Agrónomo. Profesor entomólogo de la FAUSAC. Especialista en manejo integrado de plagas, con maestría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Rogelio Gómez

Ingeniero Agrónomo, egresado de la FAUSAC. Asesor técnico agrícola del Ingenio Pantaleón.

Edgar Martínez

Ingeniero Agrónomo. MSc. Coordinador del Proyecto Frutales Tropicales del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la USAC.

Luis Manfredo Reyes Chávez

Ingeniero Agrónomo de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Especialista en Bioestadística y Ciencias de la Computación. Actualmente es profesor de la Subárea de Matemática y Física de la Facultad de Agronomía, USAC y asesor en Computación de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).

Mario Esteban Véliz Pérez

Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, egresado de la FAUSAC, Coordinador del Herbario BIC
Docente de Cursos de Formación Profesional en Botánica y Ecología e Investigador de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.