

TIKALIA

Organo de divulgación de la
facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Vol. XII, No. 2



DIGITALIZADO

Guatemala
1994

Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Junta Directiva

Decano: Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
Secretario: Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy
Vocal I: Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
Vocal II: Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Vocal III: Ing. Agr. Carlos Roberto Motta
Vocal IV: Br. Gabriel Amado Rosales
Vocal V: Br. Augusto Saúl Guerra G.

Comité Editorial

Ing. Agr. Mario A. Méndez
Dr. José de Jesús Castro Umaña
Ing. Agr. Hugo Cardona
Periodista Dennis Escobar Galicia

Impresión: Impresiones Figueroa
4ta. Calle 5-37, zona 3 de Mixco Nva. Montserrat.

Revista Tikalia
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Guatemala
Teléfono: (502-2) 769770
Fax: (502-2) 769770
Correo electrónico: UARAGON@Mayamail

CONTENIDO

* BOTANICA	
Caracterización de la comunidad de Canac (<i>Chiranthodendron pentadactylon Larretegui</i>) en el volcán de Acatenango, Guatemala.	5
Mario Esteban Veliz Pérez Ernesto Carrillo Negli Gallardo Juan González Mike Estrada	
RECURSOS FITOGENETICOS	35
Caracterización "In Situ" de Zapote (<i>Pouteria sapota</i>) (Jacq) Moore Stearn en Chiquimulilla y Guazacapán, Santa rosa, Guatemala.	
Luis Alfredo Utrera García Edgar A. Martínez Tambito.	
* HIDROLOGIA	51
Caracterización de las áreas irrigadas en el cuenco del río Hato, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.	
Carlos Manual Paiz Terraza César Castañeda Helmer Ayala	
BIOLOGIA	75
Meiosis en Pepino Dulce (<i>Solanum muricatum Aiton</i>) César A. Azurdia	
CULTIVO DE TEJIDOS	81
Respuesta del Frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) a la regeneración de plantas in vitro.	
Fernando Rodríguez Bracamonte Héctor Ramazzini Ruperto Fuentes	
SOCIOECONOMIA	99
Situación del Empleo e ingreso del Sector Agrícola en Guatemala	
Mauricio Situn Alvizures Hugo Cardona Castillo.	

BOTANICA

CARACTERIZACION DE LA COMUNIDAD DE CANAC (*Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui) EN EL VOLCAN DE ACATENANGO GUATEMALA

Mario Esteban Véliz Pérez*

P.A. Ernesto Carrillo**

Ing. Agr. Negli Gallardo**

Ing. Agr. Juan González **

Ing. Agr. Mike Estrada **

RESUMEN

La presente investigación, realizada en 1989 sobre la comunidad de Canac, en el volcán de Acatenango, con una área de estudio de 23.96 km² y ubicada entre 2,000 y 3,000 msnm., permitió determinar la existencia de 110 especies vegetales, entre las cuales *Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui es la especie dominante; su comunidad Climax es una asociación Edafo-atmosférica.

La riqueza faunística de la región se encuentra muy ligada a la alta diversidad vegetal, siendo las especies animales sobresalientes, las aves *Oreophasis derbianus* (Pavo de Cacho) y *Penelopina nigra* (Cayaya) y el mamífero *Mazama americana* (Venado). Los principales agentes del deterioro de la región son: La cacería, el sobrepastoreo, la extracción selectiva de madera y el avance de la frontera agrícola; todo ello reclama urgentemente la protección del área, por su riqueza florística, faunística y paisajística.

* Autor de Tesis de Grado

**Asesores y docentes de la Facultad de Agronomía USAC.

INTRODUCCION

Guatemala es un país que posee alta diversidad florística, siendo muchas las especies utilizadas actualmente en beneficio del hombre y muchas otras con gran potencial de aprovechamiento en un futuro cercano.

El Canac (*Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui) (fig.1) es una especie arbórea con distribución natural restringida a nivel mundial, existe únicamente en México y Guatemala, siendo este último país el que presenta mayor abundancia; en Guatemala, las hojas de Canac, son utilizadas para elaborar Tayuyos y para forraje de ganado vacuno, la flor es utilizada como diurético y la madera para la elaboración de manceras y peines ordinarios.

La comunidad de Canac no se escapa del deterioro general de las comunidades vegetales que ocurre a nivel nacional; de ahí la importancia de la presente investigación, realizada en el volcán de Acatenango, en una área de estudio situada entre los 2,000 a 3,000 msnm., la cual, es la zona de distribución natural del Canac. (7).

METODOLOGIA

La investigación se realizó en el volcán de Acatenango (ver figuras 2 y 3), el cual se ubica en la región limítrofe de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez (2,3), a 14° 30' 9.8" de latitud norte y 90° 31.33" de longitud oeste. La topografía del área es totalmente escarpada. Según Simmons et. al (6) los suelos del área estudiada pertenecen a la serie Alotenango, y según De la Cruz (1), le corresponde la zona de vida Bosque muy húmedo Montano Bajo sub tropical (BmhMBS), siendo Canac, una de las especies indicadoras.

El estudio se llevó a cabo en una extensión de 23.96 km², la cual se dividió en cuadrantes cardinales y se estratificó altitudinalmente en las regiones siguientes, para todos los cuadrantes : La región Baja (2,000 a 2,400 msnm), la región Media (2,401 a 2,700 msnm) y la región Alta (2,701 a 3,000) (Fig. 4); el método utilizado en el muestreo fue Sistemático estratificado, levantando 30 parcelas rectangulares de 1,200 m². En cada parcela se tomaron muestras de suelo (5 lb) y se registraron las especies

presentes en los diversos estratos verticales, además se delimitó una sección de 2 x 40 m para obtener el perfil de cada parcela y se consideró para cada lugar visitado, el deterioro de la misma.

Se efectuaron análisis de suelos y se determinaron valores de importancia, clasificación de las muestras y regiones, utilizando el Coeficiente de Comunidad de Sorensen y el Índice de Similaridad de Spatz (5).

RESULTADOS Y DISCUSION

Suelos

Se determinaron según las 30 muestras de suelo obtenidas, las texturas predominantes en el área de estudio son: En la región Baja, la textura dominante es franco arenosa; para la región Alta, fue similar a la región Media. El Color del suelo en todas las muestras, en húmedo es Negro (10YR2/1) y en seco, la coloración oscila entre Café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) a café oscuro (10YR 3/3). La materia orgánica oscila entre 7.23 al 36.38 por ciento. En cuanto a nutrientes, el Fósforo presenta niveles menores de 10ppm, el Potasio es menor de 100ppm. El calcio presenta niveles que oscilan entre 6 y 12 meq. (Miliequivalentes por 100 g. de suelo); finalmente, el Magnesio presenta niveles, por lo general menores de 3 meq. En general, la disponibilidad de nutrientes es inferior a los deseables para ser área cultivable (fig. 5).

Temperatura

Con base en la información obtenida en la estación meteorológica ubicada en Santa María de Jesús (4), Sacatepéquez (Volcán de Agua), se determinó que la temperatura promedio anual para el área estudiada, oscila entre 10°C (3,000) a 16°C (2,000 msnm).

Análisis de la Comunidad de Canac.

Se estableció la existencia de 110 especies vegetales en el área estudiada, las cuales se distribuyen en 46 familias taxonómicas (ver cuadro 1).

Del análisis de la comunidad, utilizando el coeficiente de Sorensen,

se estableció, a través de un Dendrograma (fig.6), la existencia de tres grupos jerárquicos, siendo el primero o A, el que presenta una similitud mayor del 60 presencia de la diversidad vegetal, formado por 16 parcelas que, en la mayoría de casos, pertenecen a la región Media Alta, lo cual es un indicador inicial de que la Comunidad de Canac se establece en condiciones optimas en esta regiones. El grupo dad menor del 39%, lo cual la separa totalmente del grupo A y B, por lo que la base en la información florística obtenida, se infiere que debe de tratarse de una comunidad diferente o altamente disturbada (fig.6)

Al comparar los grupos establecidos con la base en el coeficiente de Comunidad de Sorensen y los resultados de suelos, la gran diversidad vegetal presente en el área de estudio se encuentra influenciada por la humedad atmosférica, por lo que de acuerdo con Holdridge (5), la comunidad del Canac sería una --Asociación Edafo-atmosférica.

Se estableció que, en los cuatro cuadrantes y tres estratos altitudinales del área estudiada, existe una selva formada por 5 estratos verticales, bien definidos, siendo estos los siguientes: El estrato formado por árboles y arbustos arborescentes, con 40 especies; el estrato arbustivo, formado por 20 especies el estrato herbáceo, constituido por 28 especies volubles-trepadoras, con 22 especies (fig. 7,8,9,10,11,12,13,14,15,16 y 17).-

4. *Fauna Mayor*

La diversidad florística del área estudiada ha permitido que dentro de la comunidad vegetal aún exista gran diversidad faunística, reportandose un total de 45 especies, sin considerar la gran cantidad de pequeñas aves ni la diversidad de insectos; siendo las especies sobresalientes: En el caso de aves, *Orephasis derbianus* (Pavo de Cacho), *Penelopina nigra* (cayaya) y *Aulocorhynchus thoracicus* (Cucharón); en el caso de animales, *Mazama americana* (venado) (fig. 18 y 19).-

5. *Deterioro del Area.*

Como puede observarse en la figura 20, el deterioro en el área se

encuentra de ligeramente perturbada hasta altamente deteriorada, siendo los factores que más perturban: La cacería, la extracción selectiva de madera, el sobrepastoreo y el avance de la frontera agrícola, aunque no debe de pasar por alto lo dañino que son los efectos pírnicos que han azotado a la región.

IV CONCLUSIONES

1. La comunidad de Canac (*Chiranthodendron pentadactylon Larreategui*), se distribuye en condiciones óptimas en el volcán de Acatenango, de 2,401 a 3,000 msnm, encontrando, en ella, al canac como especie dominante.

2. La comunidad de Canac presenta 5 estratos verticales bien definidos y especies asociadas con alta incidencia formando parte de la comunidad, siendo éstas, anivel del estrato arbóreo: *Alnus jorulensis HBK*, *Cestrum pacayana Harms*, *Clethra pachecoana Standl*, *Fuchsia arborescens Sims*, *Litsea guatemalensis Mez*, *Nectandra sp.*, *Oreopanax echinops Dcne & Planch.*, *Phoebe salvini (Mez) Lundell* y *Tournefortia petiolaris DC*. A nivel del estrato arbustivo se encuentran: *Salvia curtiflora Epling* *Chusquea longifolia Swallen*, *Lysianthes quichensis (Coult & Rose)* *Fuchsia microphila HBK* y *Senecio sp.* El estrato herbáceo se encuentra formado por *Coaxana purpurea Coult & Rose*, *Smilacina scilloidea Mart& Gal*, *Peperomia petrophila DC* y *Solanum appendiculatum H&B*.

En epífitas asociadas a la comunidad, existen: *Maxillaria densa Lindl*, *M. meleagris Lindl*, *Peperomia quadrifolia (L) HBK*, *Epidendrum arbuscula Lindl*, *Odontoglossum rossi Lindl* y una diversidad de musgos. A nivel de lianas, las especies con alta incidencia son: *Passiflora membranacea Benth* y *Solanum appendiculatum H&B*, y como especie hemiparásita muy frecuente se encuentra *Phorandendron sp.*

3. El deterioro de la comunidad de Canac alrededor del volcán de Acatenango, es más severo en las exposiciones Noreste y Noroeste que en las exposiciones Sureste u Sur oeste, debido a la cercanía de comunidades humanas y a que existe una carretera de acceso. Los principales agentes del deterioro, son: La cacería, el sobrepastoreo, la habilitación de tierras para la agricultura.

4. La presencia del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), Cayaya

(*Penelopina nigra*), Cucharón (*Aulocorhynchus thoracicus*), Vnado (*Manzana americana*) y 41 especies más, existentes dentro del área de estudio (23.96 km²), obedece a la diversidad florística y a extensión de la cobertura florestal aún existente dentro del volcán de Acatenango.

5. Para el estudio de comunidades vegetales es muy importante el uso de más de un método de análisis de los datos obtenidos, porque ello permite una mejor interpretación de la información, como en el presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. CRUZ, J. R. DE LA. 1976 Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basadas en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.

2. GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1965 Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Chimaltenango. no. 2059 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000.00. Color.

3.----- 1965. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Alotenango, no. 2059 III. Guatemala. Esc. 1:50,000 Color.

4. ----- INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. tarjetas de registro climático de la región de Santa María de Jesús, Sacatepéquez, de los años de 1979-1982.

Sin publicar.

5. MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación Ed. por Eva Chesneau. Washington D. C., Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.

Serie Biológica Monografía no. 22. 169 p.

6. SIMMONS, Ch. S. TARANO, J. M; PINTO, J. H. 1959 Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra 1000 p.

7. STANDLEY et al. 1958-1977. Flora of Guatemala. Chicago, U. S. A. Chicago Natural Museum. Fieldiana Botany, v. 24.

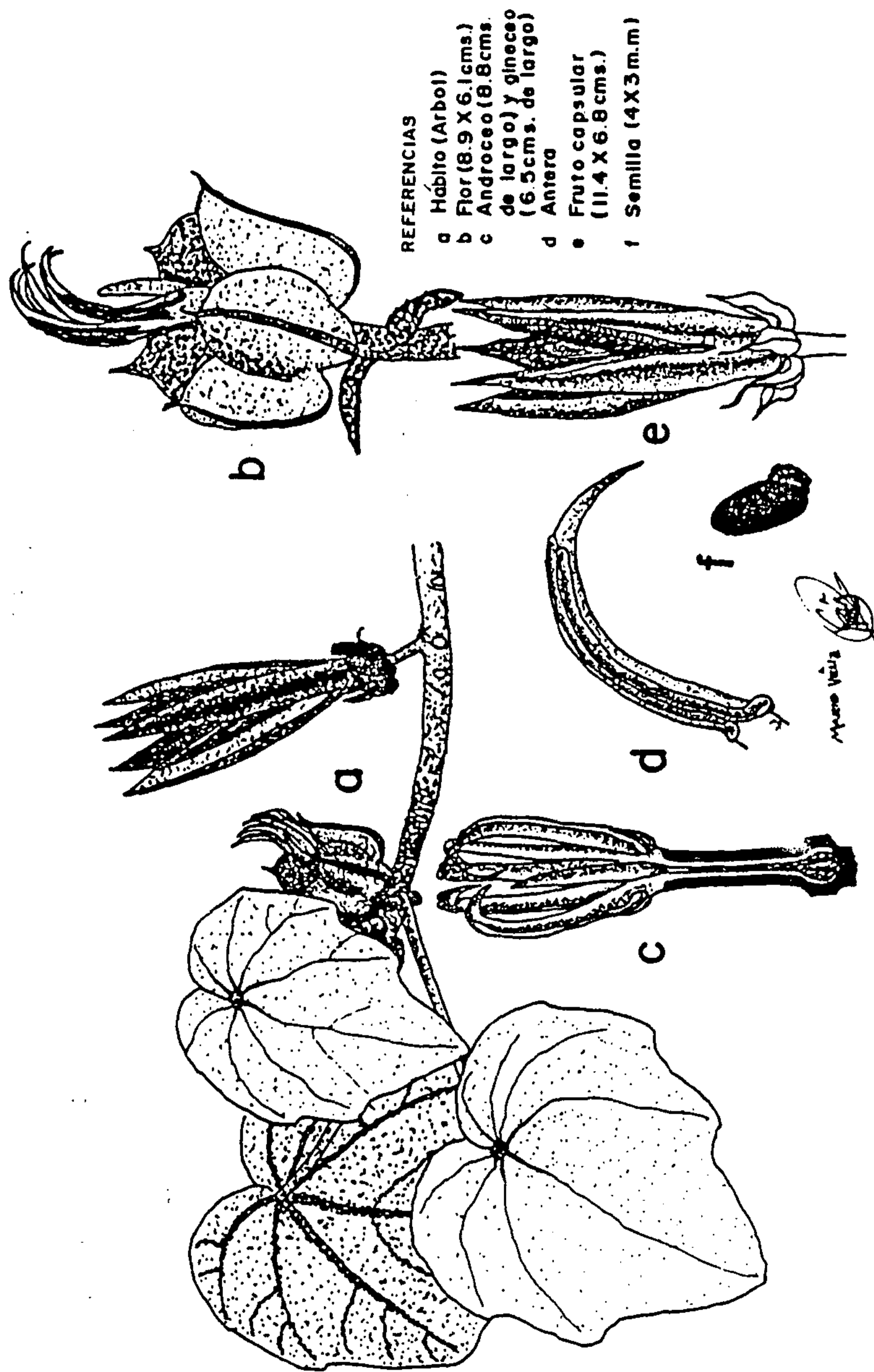


FIGURA 1 Morfología de Canac (Chiranthodendron pentadactylon Larreategui)

CHIMALTENANGO

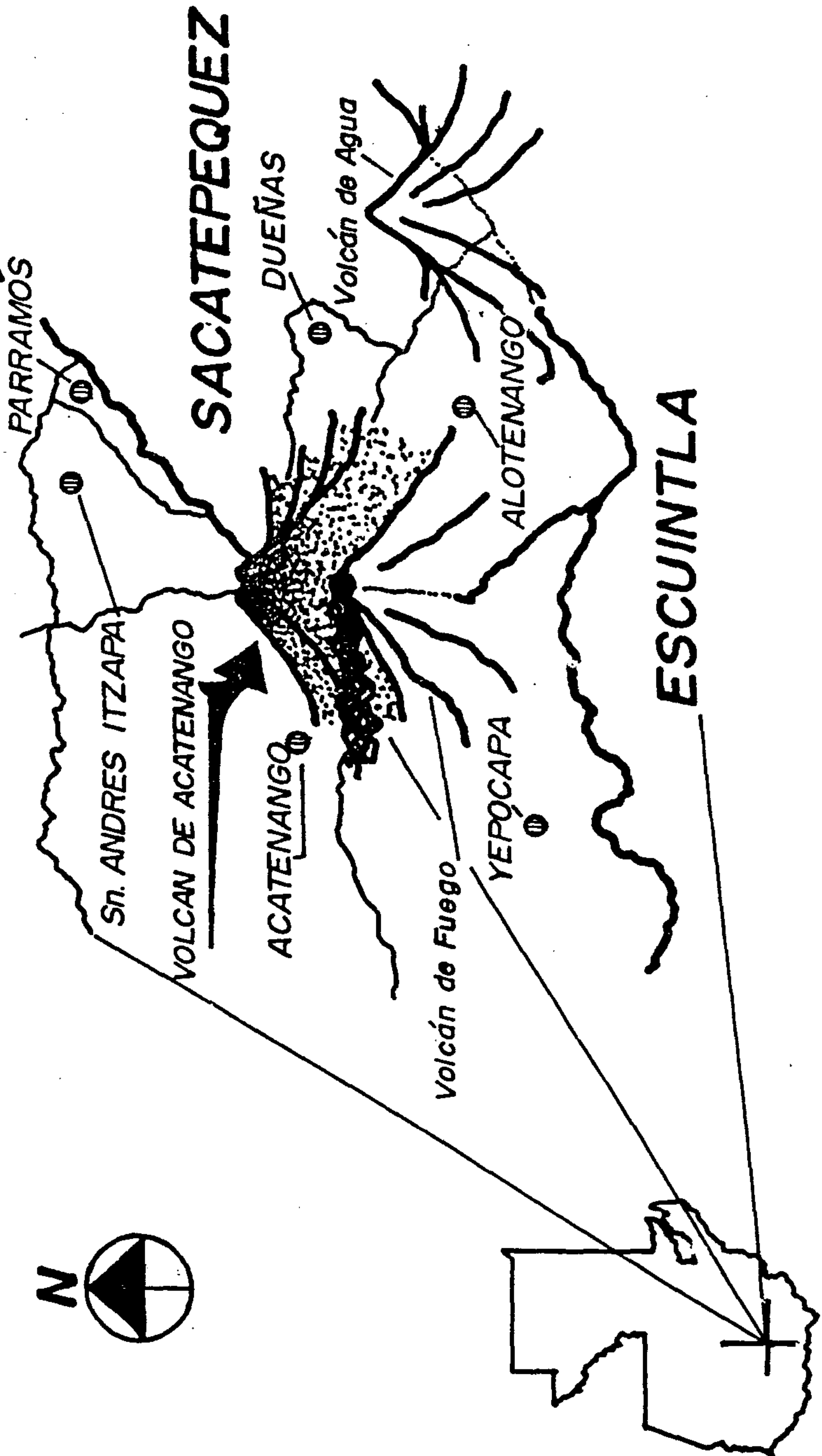


FIGURA 2 Ubicación del volcán de Acatenango, Guatemala.

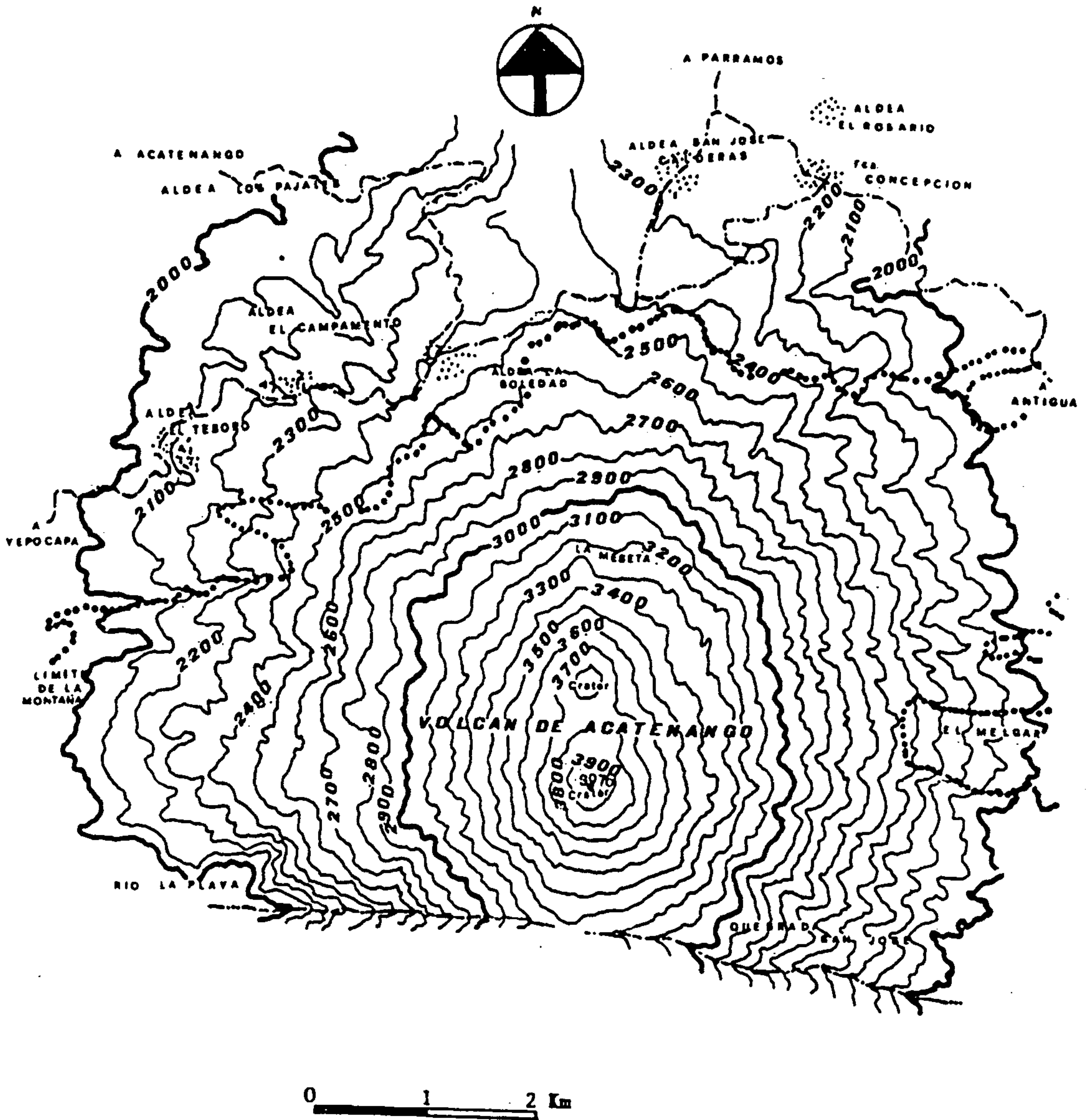


FIGURA 3 Topografía del Volcán de Acatenango

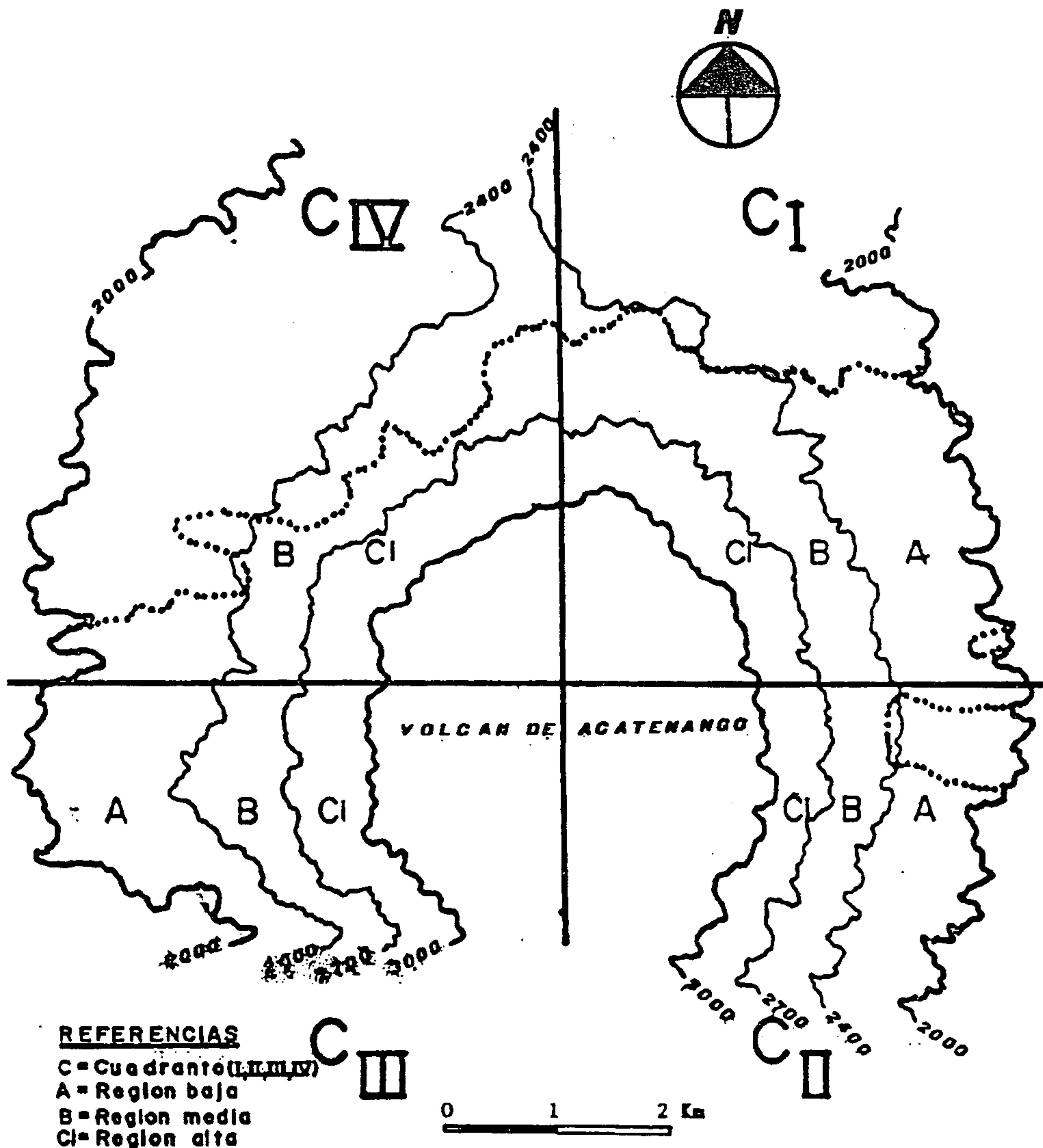
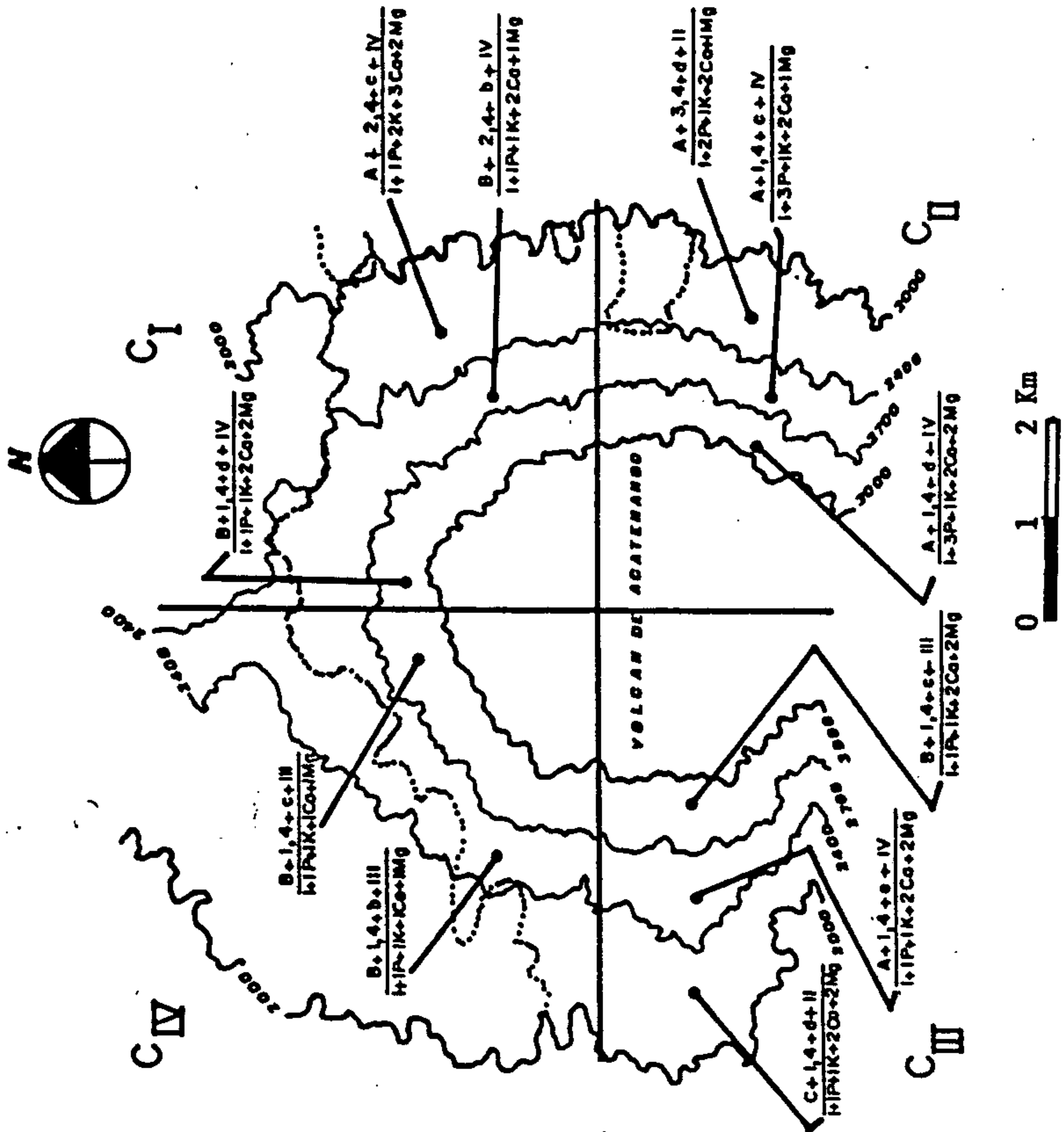


FIGURA 4. Estratificación del área de estudio.



LEYENDA

Color en seco — % de Pendiente
 Color en húmedo —
 B + 1,4 + d + III — % de Materia Orgánica
 I + IP + K + Ca + Mg —
 Fosforo — Potasio — Calcio — Magnesio
 P —

TEXTURA	COLOR DEL SUELO
A = Arena arenosa.	1 = 10YR 3/2 Café' griseses muy obscuro
B = Arena franca.	2 = 10YR 2/2 Café' muy obscuro.
C = Arena.	3 = 10YR 3/3 Café' obscuro.
	4 = 10YR 2/1 Negro.
% DE LA PENDIENTE	% DE MATERIA ORGANICA
a = 0-15 %	I 0-5
b = 16-30	II 6-10
c = 31-45	III 11-15
d = 46-60	IV mayor que 15 %
e = 61-a mayor	
FOSFORO	POTASIO
1P = menor de 10 ppm.	1K = menor de 100 ppm.
2P = 10-20 ppm.	2K = 100-200 ppm.
3P = mayor de 20 ppm.	3K = mayor de 200 ppm.
CALCIO	MAGNESIO
1Ca = menor de 6 meq.	1Mg = menor de 15 meq.
2Ca = 6-12 meq.	2Mg = 15-3 meq.
3Ca = mayor de 12 meq.	3Mg = mayor de 3 meq.
	pH
	I = Ligeramente acida.
	II = Neutro
	C = Cuadrante.

FIGURA 5 Síntesis de los resultados de suelos obtenidos de las muestras de las diferentes parcelas levantadas en el área de estudio, Volcán de Acatenango.

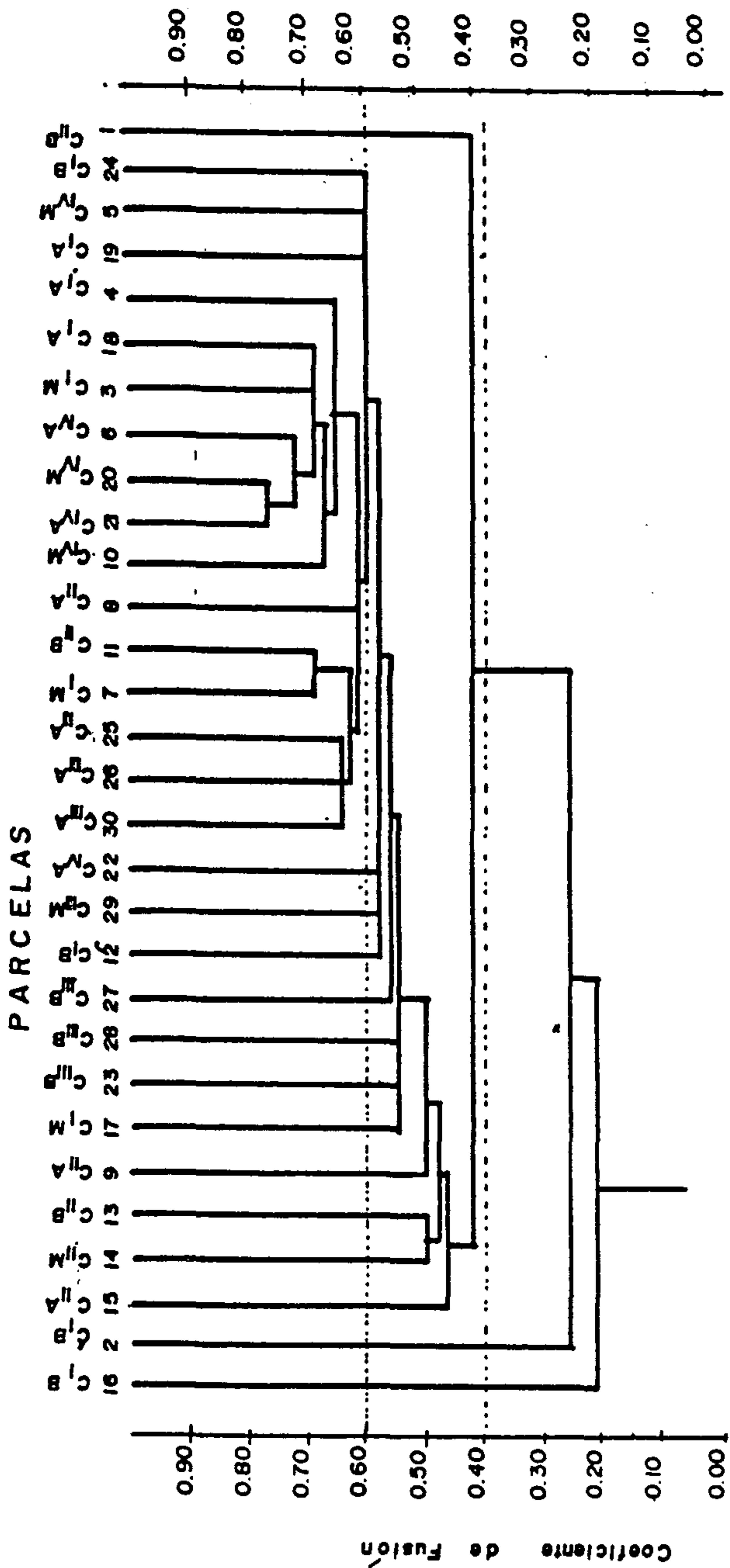


FIGURA 6 Dendrograma de las parcelas levantadas en el área de estudio con base en el Coeficiente de Comunidad de Sørensen..

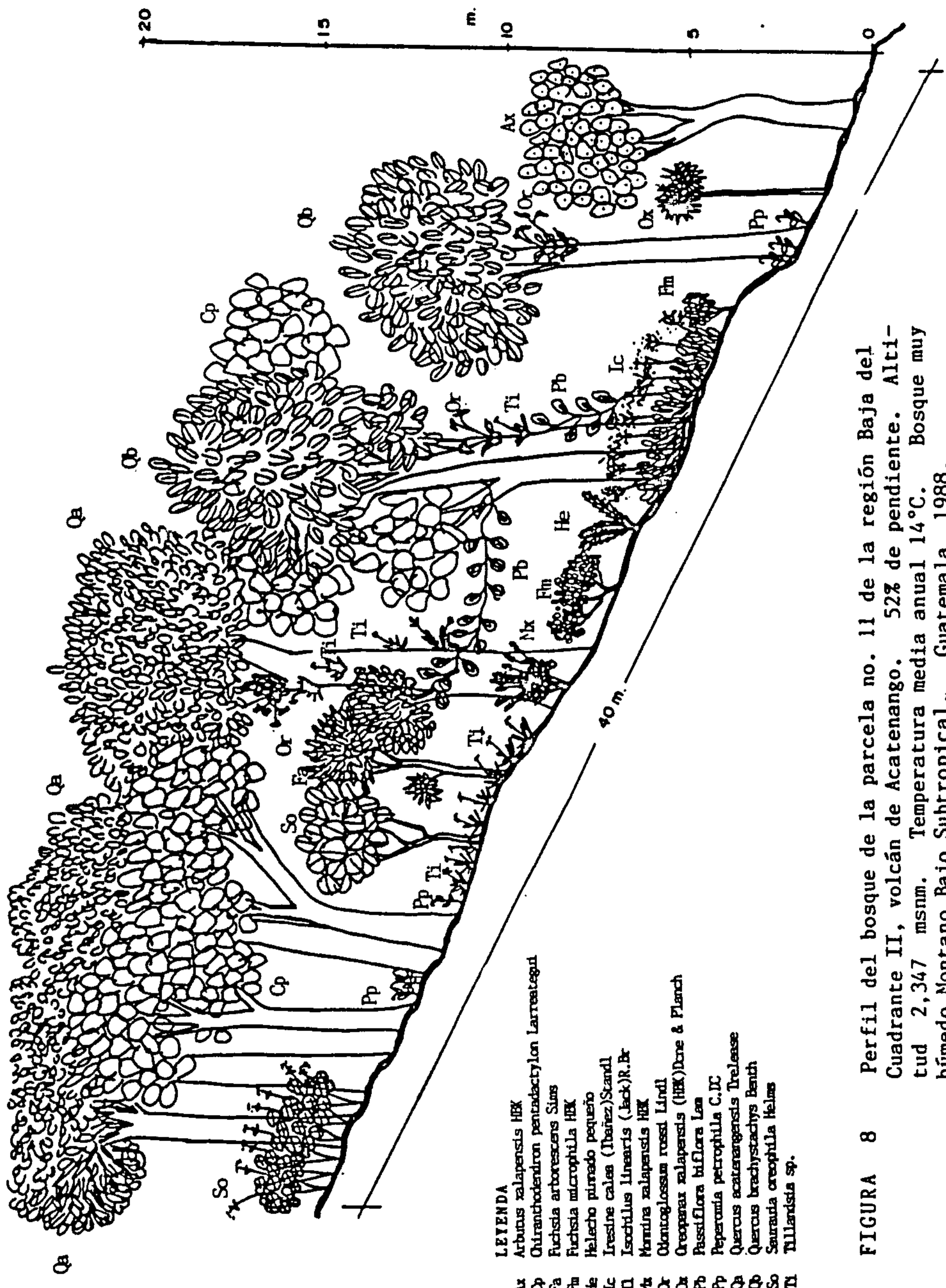
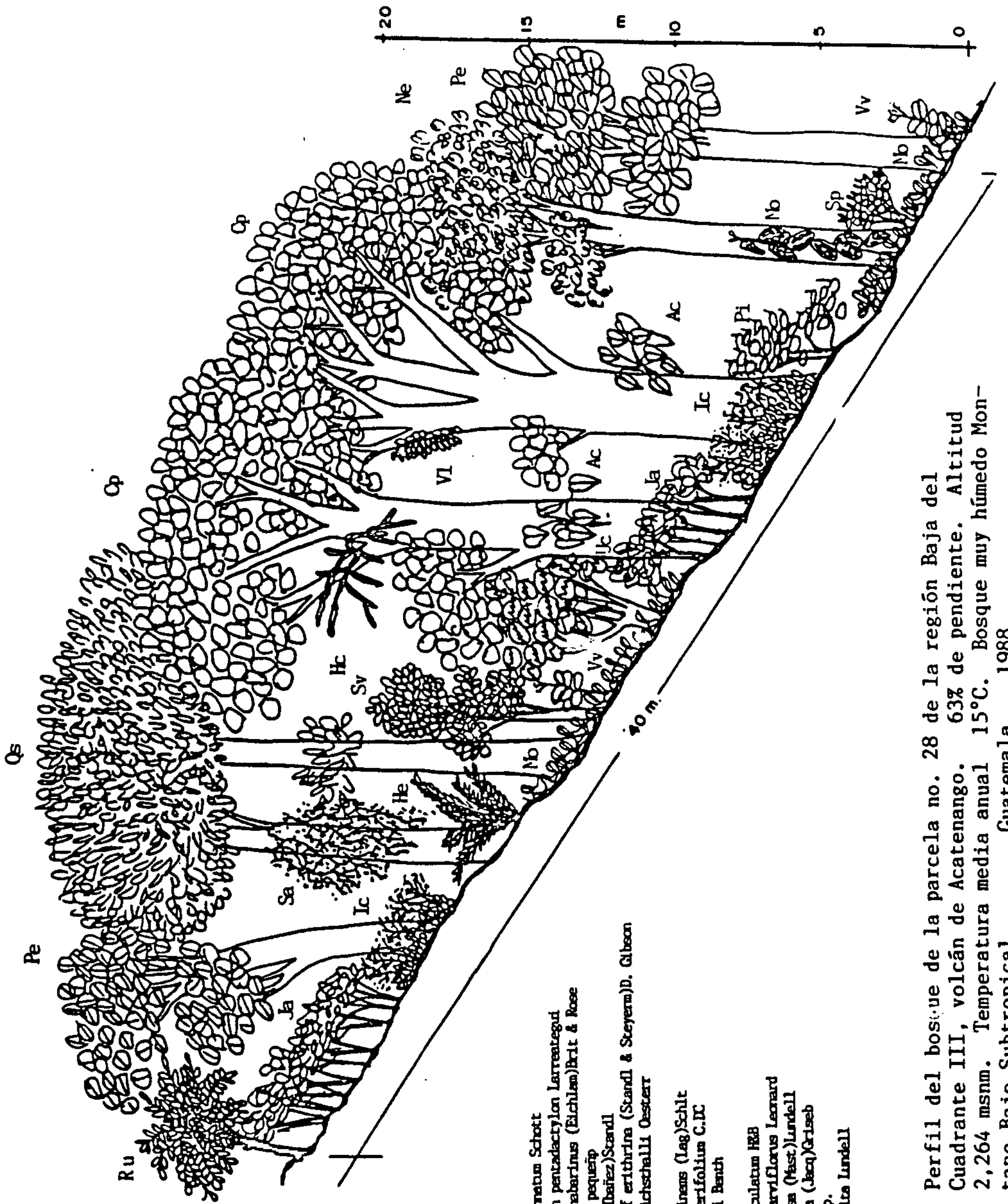


FIGURA 8 Perfil del bosque de la parcela no. 11 de la región Baja del Cuadrante II, volcán de Acatenango. 52% de pendiente. Altitud 2,347 msnm. Temperatura media anual 14°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1988.



LEYENDA

- Ac *Anthurium concinatum* Schott
 Cp *Orinanthodendron pentadactylon* Larrentegui
 He *Heliconia cinnabarina* (Eichlam) Brit & Rose
 He *Heliconia plumada* Pequeño
 Ic *Iresine callosa* (Ibañez) Standl
 Ja *Justicia aurea* f. *erithrina* (Standl & Steyer) D. Gibson
 Nb *Monstera friedrichschallii* Oesterr
 Ne *Nectandra* sp.
 Pe *Podochloa emmans* (Lag) Schl
 Pl *Piper pseudoasperifolium* C. DC
 Qs *Quercus edmonsi* Benth
 Ru **RUJACEAE**
 Sa *Solanum appendiculatum* HBK
 Sp *Spathacanthus parviflorus* Leonard
 Sr *Sinaridisia venosa* (Mast.) Lundell
 Ut *Urena caracasana* (Jacq) Griseb
 Vi *Pleurothallis* sp.
 Vv *Parathea vestita* Lundell

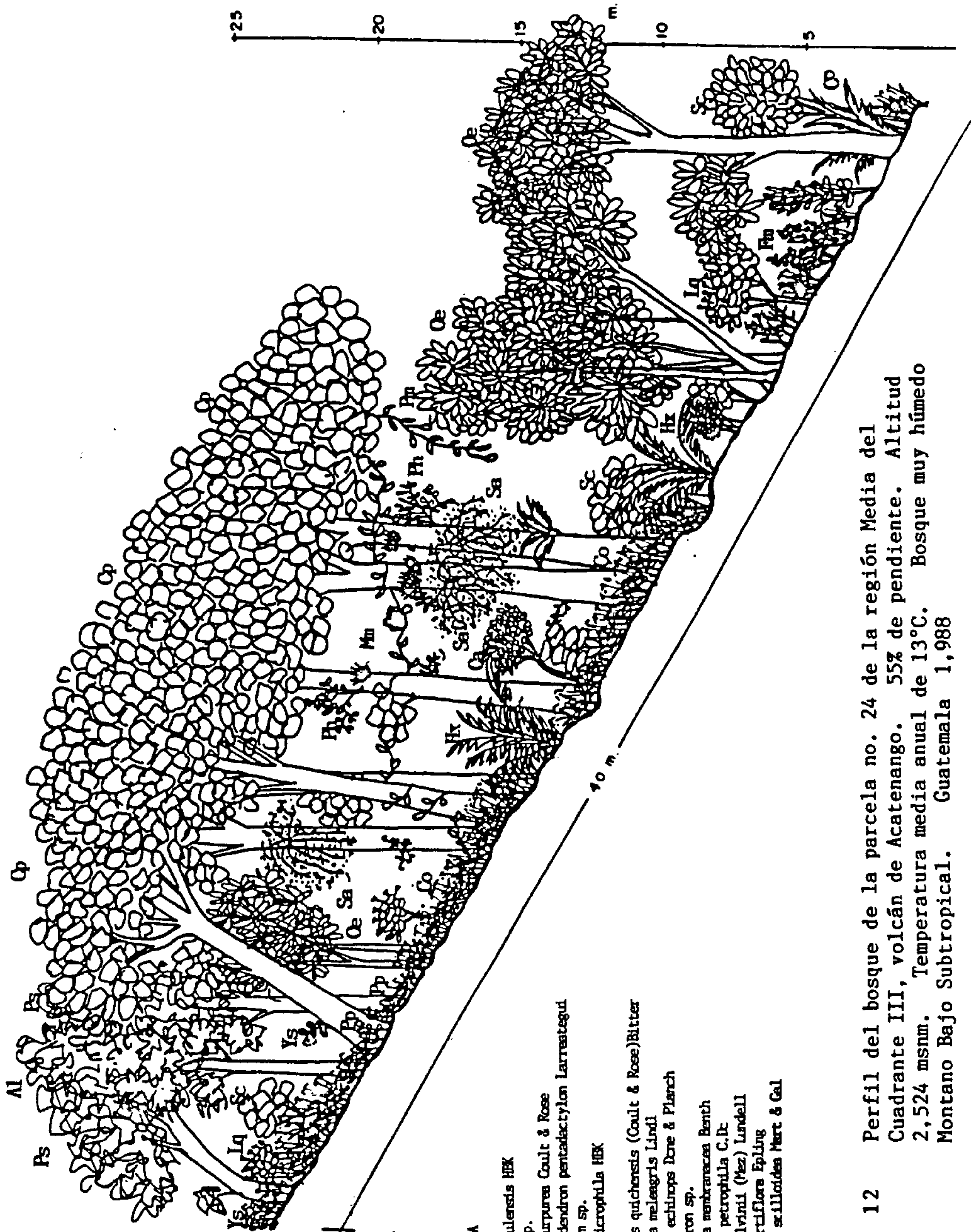
FIGURA 9 Perfil del bosque de la parcela no. 28 de la región Baja del Cuadrante III, volcán de Acatenango. 63% de pendiente. Altitud 2,264 msnm. Temperatura media anual 15°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1988.



LEYENDA

- Be Begonia sp.
- Cl Quisquesa longifolia Swallen
- Co Coaxana purpurea Coult & Rose
- Op Chiranthodendron epiplatyllum Larrreategui
- He Helecho
- Hm Hedysmeum mexicanum Cordery
- Lt Lysianthes tricolor (Sesse &
- Oe Oreopanax echinops DCne & Planch
- Pr Prunus sp.
- Ps Phoebe salvini (Mez) Lundell
- Sa Solanum appendiculatum HBK
- Sc Salvia curtiflora Epling
- Sg Solandra grandiflora Swartz
- Sa Saureola subalpina Donn
- Pp Peperomia petrophila C.DC
- Ys Salicaria acillioidea Hart & Gal

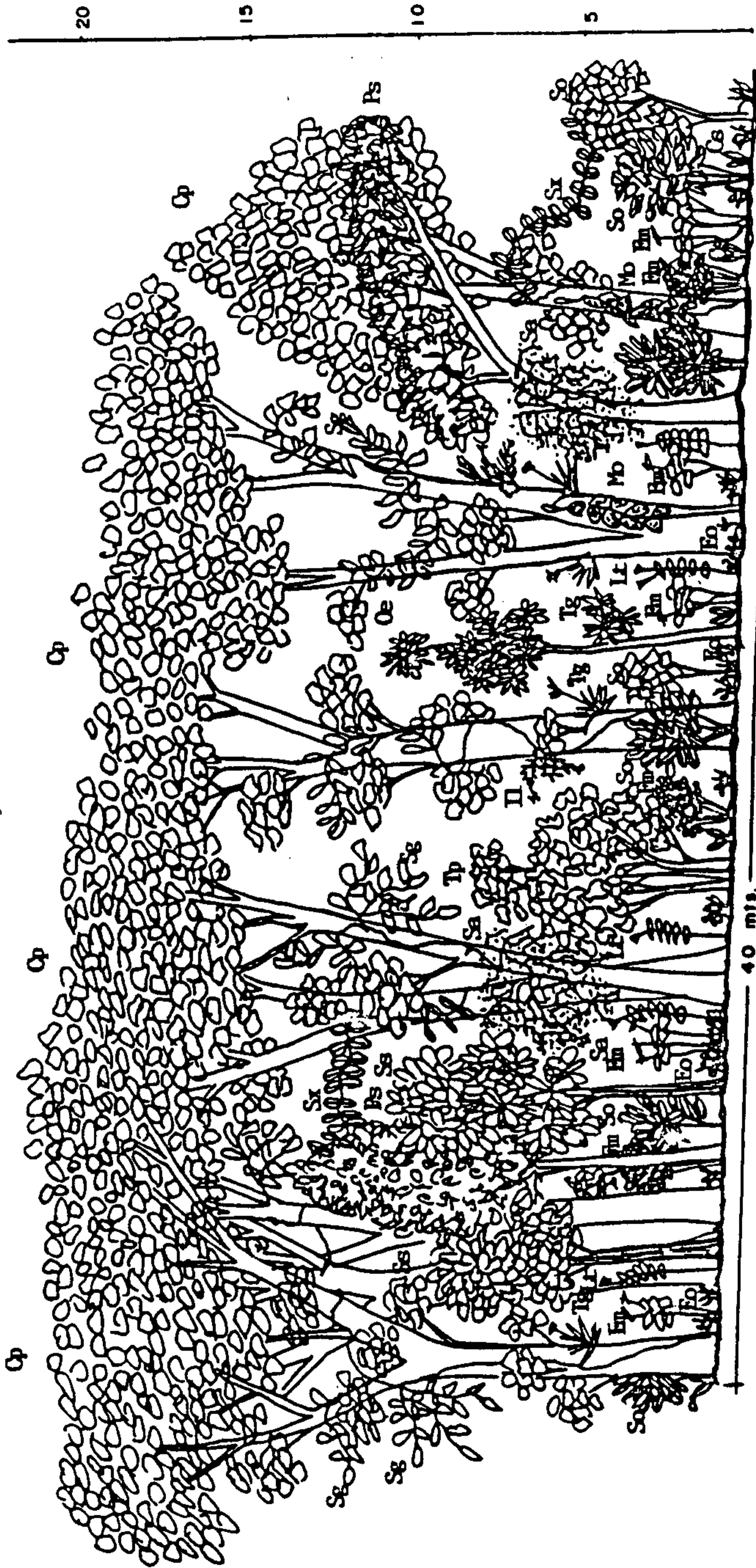
FIGURA 10 Perfil del bosque de la parcela no. 17 de la región Media del Cuadrante I, volcán de Acatenango. 45% de pendiente. 2,500 msnm. Temperatura media anual 13°C. Zona de vida Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1988.



LEYENDA

- Al *Alnus jorulensis* HBK
- Ca *Cestrum* sp.
- Co *Conara purpurea* Coult & Rose
- Cp *Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui
- Ep *Epidendrum* sp.
- Fm *Fuchsia microphylla* HBK
- Hx *Heliconia*
- Ia *Lisianthes quichensis* (Coult & Rose) Bitter
- Mn *Macillaria melaegris* Lindl
- Oe *Oreopanax echinops* Don & Planch
- Ph *Rhododendron* sp.
- Pm *Passiflora membranacea* Benth
- Pp *Peperomia petrophila* C.Dc
- Ps *Rhoche salvini* (Mez) Lundell
- Sc *Salvia curtiflora* Epling
- Ys *Syllacina scilloides* Mart & Gal

FIGURA 12 Perfil del bosque de la parcela no. 24 de la región Media del Cuadrante III, volcán de Acatenango. 55% de pendiente. Altitud 2,524 msnm. Temperatura media anual de 13°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1,988

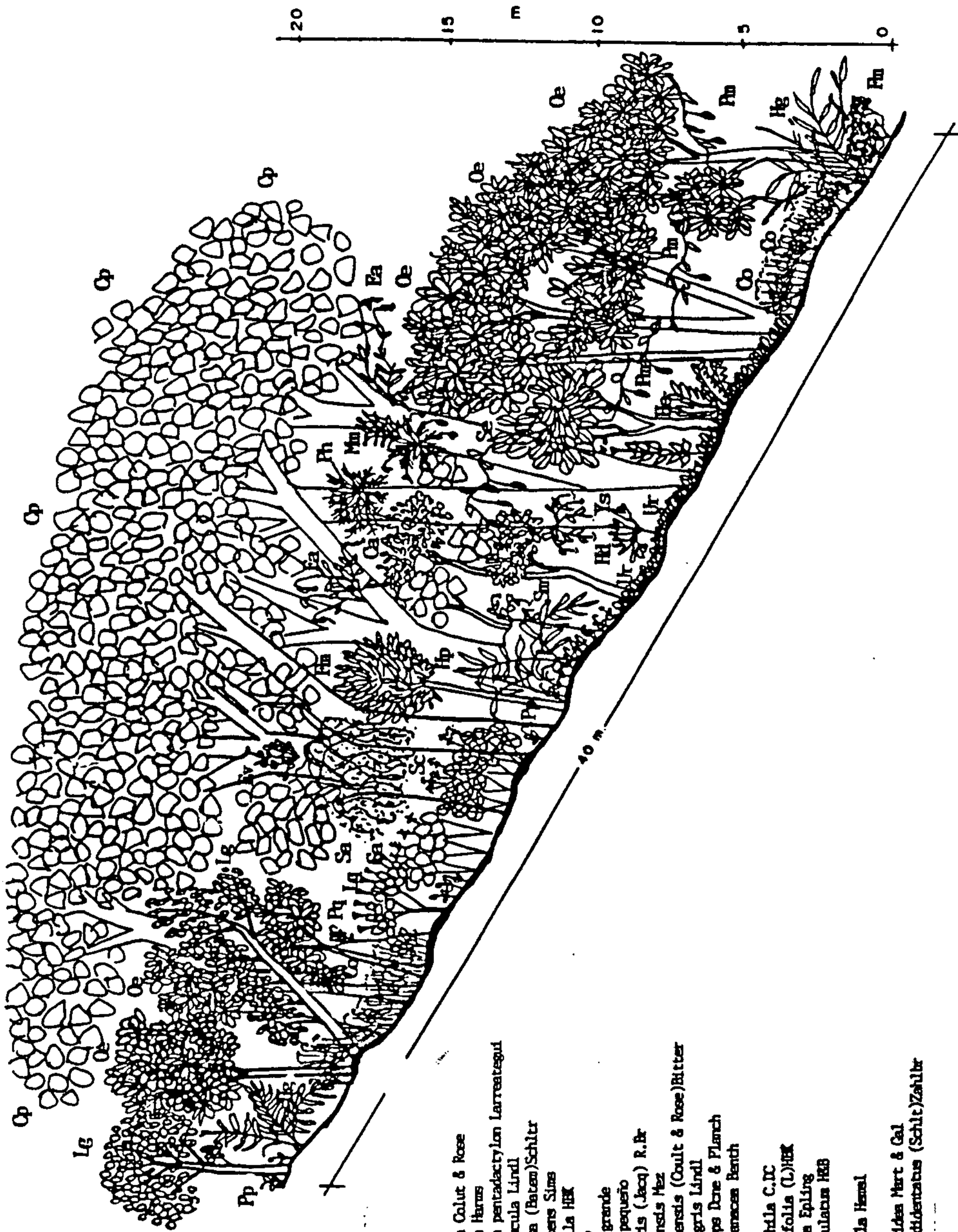


LEYENDA

- Co Coaxana purpurea Coult & Rose
- Op Quiranthodendron pentadactylon Larrreategui
- Ce Commelina sp.
- Ea Eupatorium axillifolium Mill
- Eo Eupatorium odoratum L.
- Ei Fuchsia macrophylla HBK
- Ii Isochilus linearis (Jacq) R. Br.
- Ll Lysianthes tricolor (Sesse & Mx ex Donn) Brit.
- Mf Monstera friedrichsthalli Oester
- Ce Oreopanax echinops Dore & Planch

- Ps Ficohe salvinioid (Mez) Lundell
- So Solanum appendiculatum HBK
- Sc Salvia curtiflora Epling
- Se Solandra grandiflora Swartz
- So Saurauia oreophila Hemsl.
- Se Saurauia subulpina Donn.
- Si Smilax sp.
- Tg Tillandsia grandis Schlt
- TP Tournefortia petiolaris DC

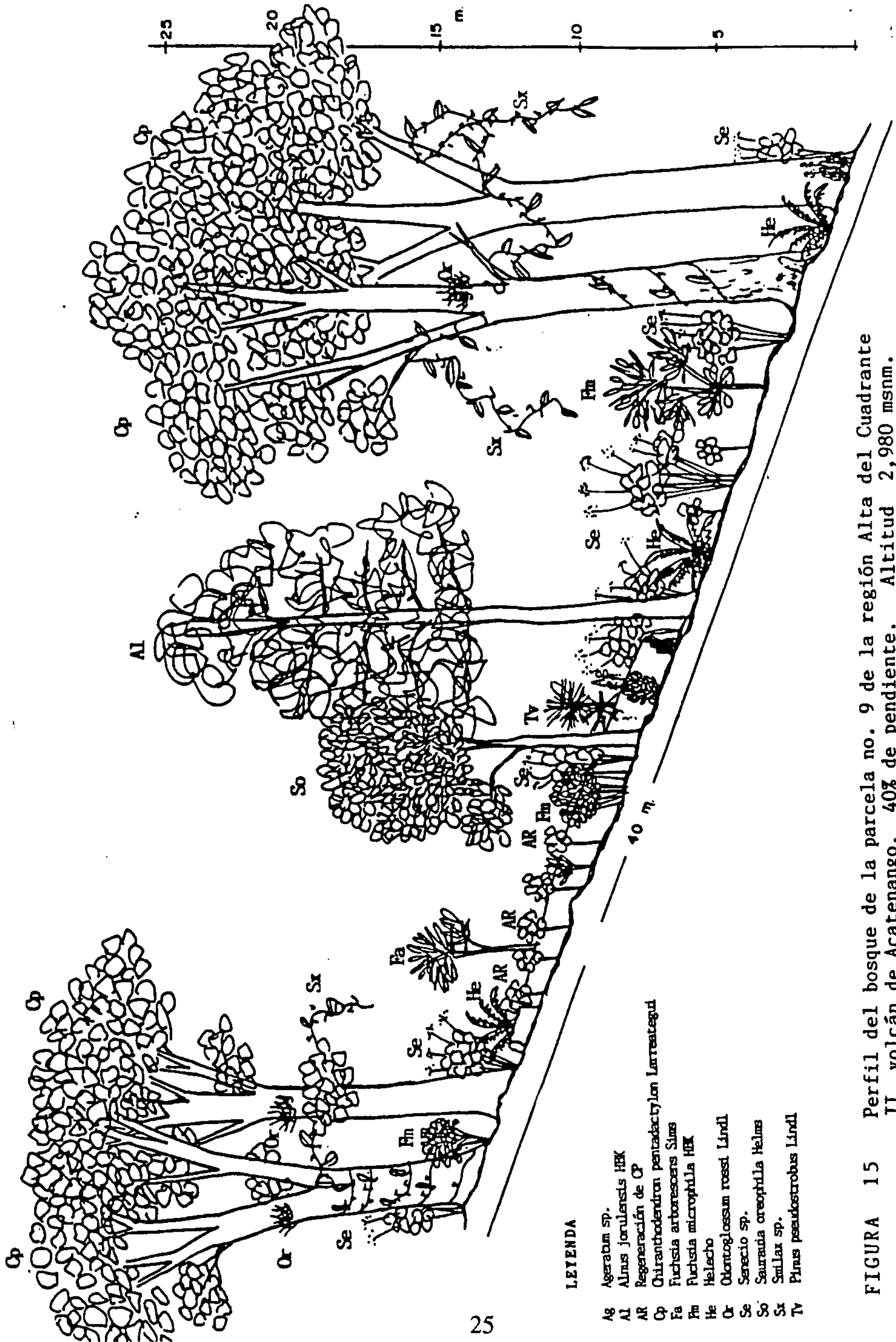
FIGURA 13 Perfil del bosque de la parcela no.5 de la Región Media del Cuadrante IV, volcán Acatenango. 10% de pendiente. Altitud 2,550 msnm. Temperatura media anual 13°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical Guatemala 1988.



LEYENDA

- Co *Coussana purpurea* Colut & Rose
- Ca *Cestrum pacayana* Harms
- Cp *Orinanthodendron pentadactylon* Larreategui
- Ea *Epidendrum arbuscula* Lindl
- Ev *Encyclia varicosa* (Batem) Schltr
- Fa *Fuchsia arborescens* Sims
- Fh *Fuchsia microphylla* HBK
- Hh *Helecho digitado*
- Hg *Helecho pinnado grande*
- He *Helecho pinnado pequeño*
- Hl *Ischiellus linearis* (Jacq) R.Br
- Lg *Litsea guatemalensis* Mez
- Lg *Lisianthes quichensis* (Coul & Rose) Bitter
- Mh *Madillaria melaeagris* Lindl
- Oe *Oreopanax echinops* Don & Planch
- Pn *Ruellia florosa* Membrancea Benth
- Ph *Rhododendron* sp.
- Pp *Peperomia petrophila* C.DC
- Rq *Peperomia quadrifolia* (L.) HBK
- Sc *Salvia curtiflora* Epling
- Sa *Solanum appendiculatum* HBK
- Se *Senecio* sp.
- So *Saurauia oreophila* Hamal
- Ur **URTIACAE**
- Ys *Saillacina scilloidea* Mart & Gal
- Oe *Centropogon grandidentatus* (Schlt) Zahlbr

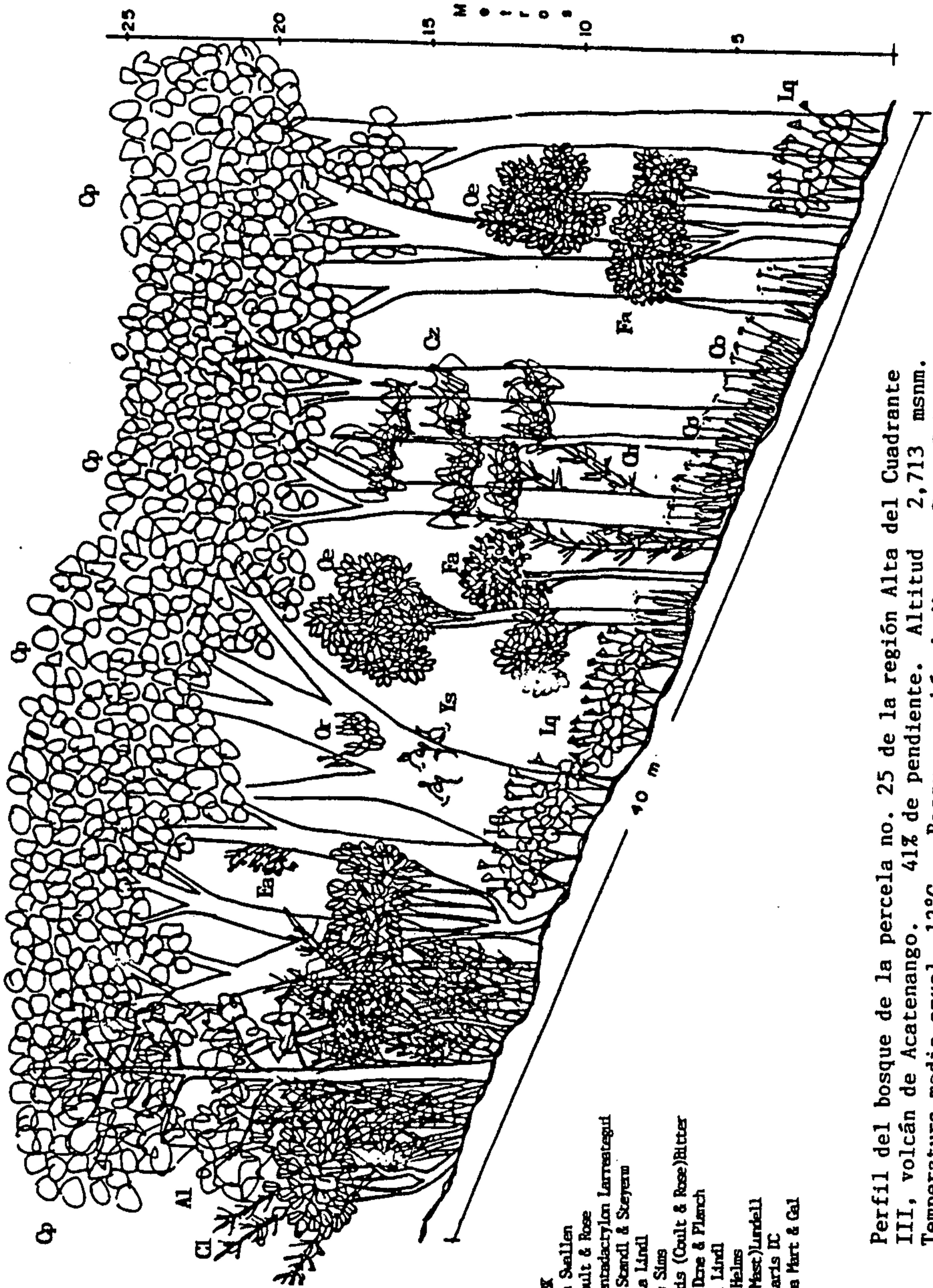
FIGURA 14 Perfil del bosque de la parcela no. 4 de la región Alta del Cuadrante I, volcán de Acatenango. 60% de pendiente. Altitud 2,800 msnm. Temperatura media anual 11°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1988.



LEYENDA

- Ag Ageratum sp.
- Al Alnus jorulensis HBK
- AR Regeneración de Cp
- Cp Chiranthodendron pentadactylon Larreategui
- Fa Fuchsia arborescens Sims
- Fm Fuchsia microphylla HBK
- He Helecho
- Or Odontoglossum rossii Lindl
- Se Senecio sp.
- So Saurauia oreophylla Helms
- Sx Smilax sp.
- Tv Pinus pseudostrobus Lindl

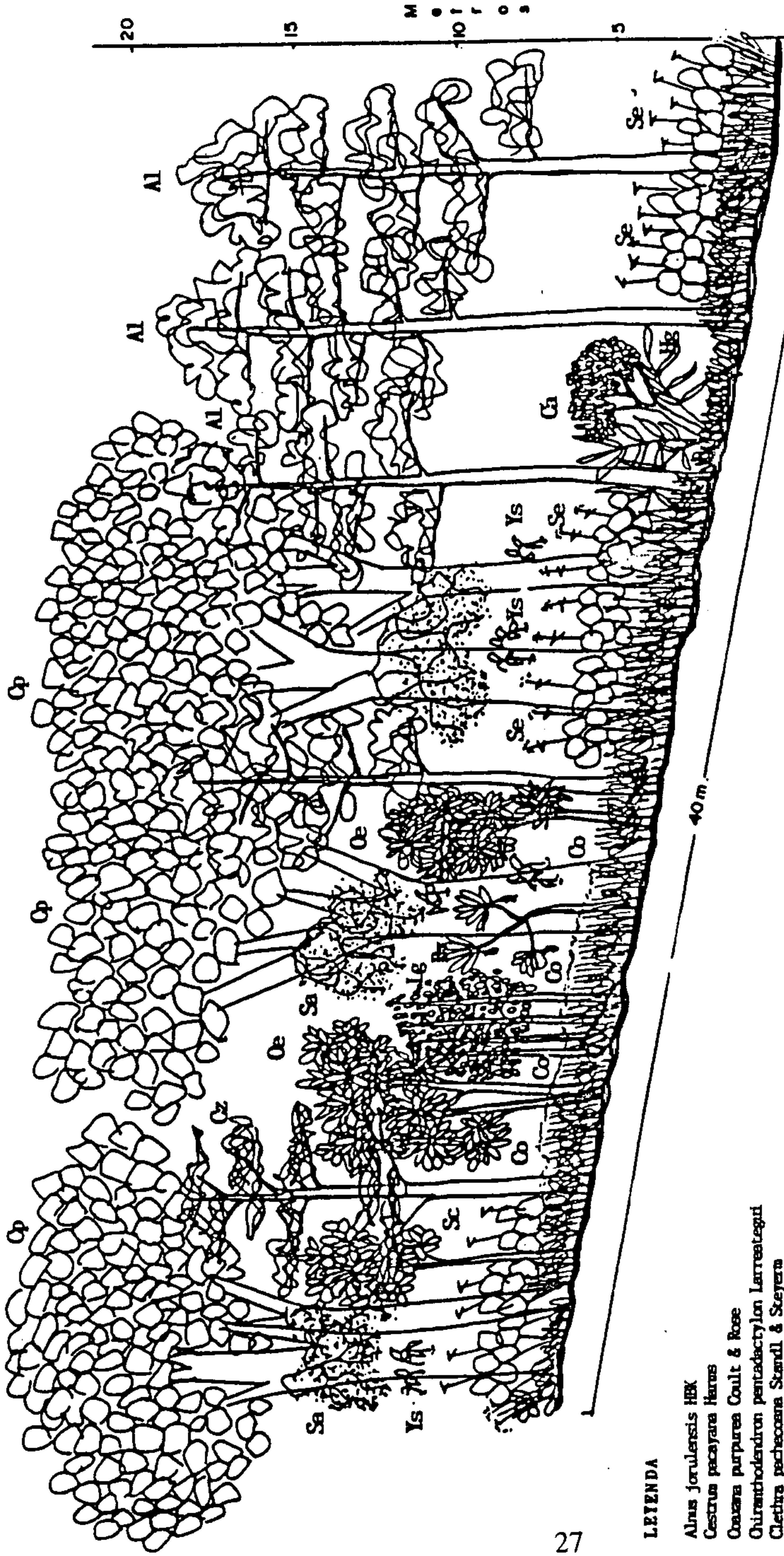
FIGURA 15 Perfil del bosque de la parcela no. 9 de la región Alta del Cuadrante II, volcán de Acatenango. 40% de pendiente. Altitud 2,980 msnm. Temperatura media anual 10°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1988.



LEYENDA

- Al *Alnus jorulensis* HBK
- Cl *Clusia longifolia* Swallen
- Co *Coussarea purpurea* Coult & Rose
- Cp *Odramanthodendron pentadactylon* Larreategui
- Cz *Clethra pacheocoma* Standl & Steyer
- Ea *Epidendrum arbuscula* Lindl
- Fa *Fuchsia arborea* Sims
- Lq *Lysianthes quichensis* (Coult & Rose) Ritter
- Or *Oreopanax echinops* Dene & Planch
- Or *Ochromoglossum rossi* Lindl
- So *Saurauia oreophila* Helms
- Sv *Sinarctisia venosa* (Nast) Lundell
- Tp *Tournefortia petiolaris* DC
- Ys *Salectina scilloides* Mart & Gal

FIGURA 16 Perfil del bosque de la parcela no. 25 de la región Alta del Cuadrante III, volcán de Acatenango. 41% de pendiente. Altitud 2,713 msnm. Temperatura media anual 12°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1988.



LEIENDA

- Al *Alnus jorullensis* HBK
- Ca *Cestrus pacayara* Harms
- Co *Oaxana purpurea* Coult & Rose
- Cp *Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui
- Cz *Clethra pachecosana* Standl & Sayera
- Hg *Helecho pinnado grande*
- Lg *Litsea guatemalensis* Mez
- Oe *Oreopanax echinops* Dcne & Planch
- Sa *Solanum appendiculatum* HBK
- Sc *Salvia curtiflora* Epling
- Se *Senecio* sp.
- Is *Smilacina scilloidea* Mart & Gal
- Bv *Bocouria volcanica* Donn

FIGURA 17 Perfil del bosque de la parcela no. 22 de la región Alta del Cuadrante IV, volcán de Acatenango. 23% de pendiente. Altitud 2,926 msnm. Temperatura media anual 10°C. Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical. Guatemala 1988.

FIGURA 18 Morfología de un espécimen macho de la Cayaya
(Penelopina nigra)

Penelopina nigra
(CAYAYA)



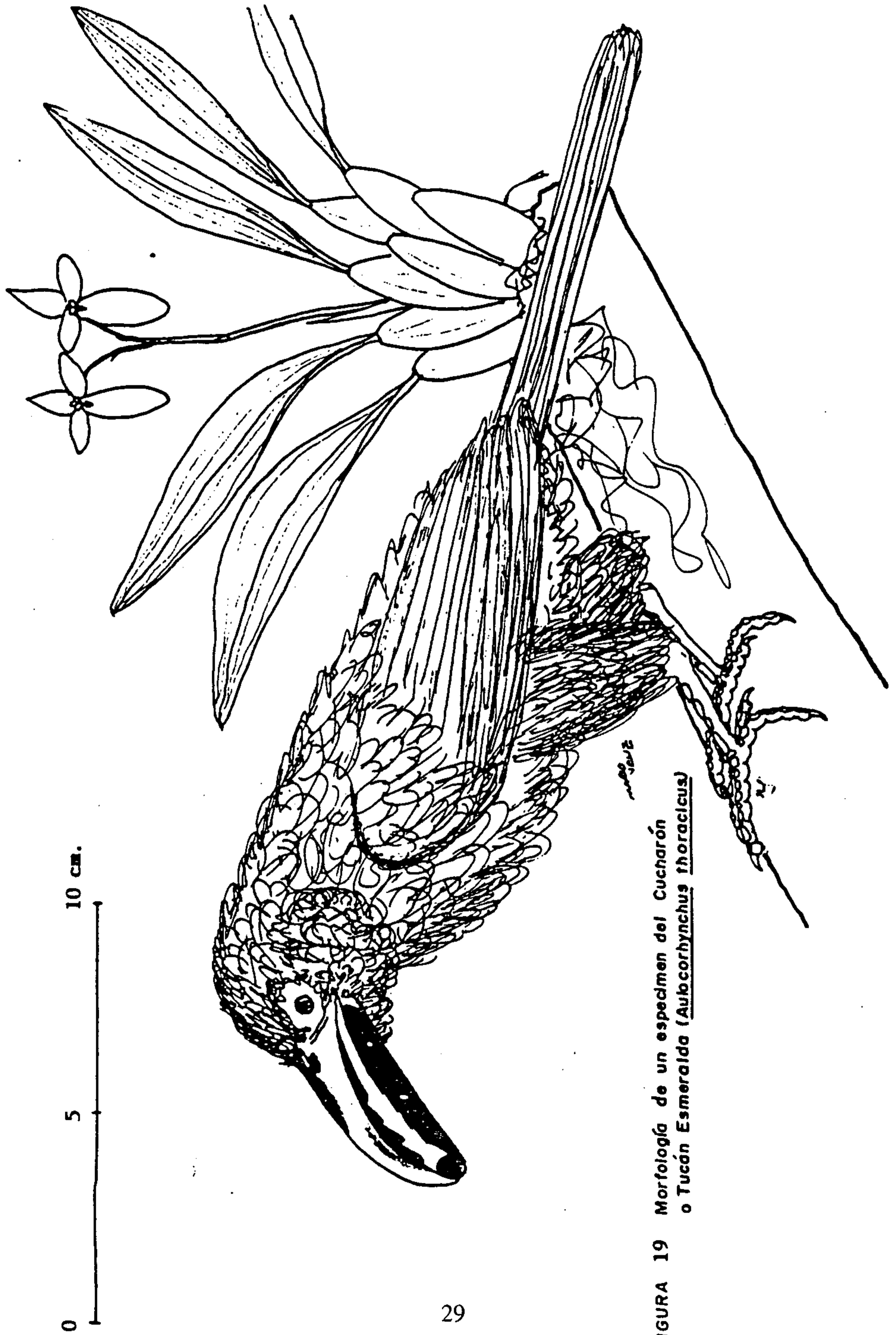
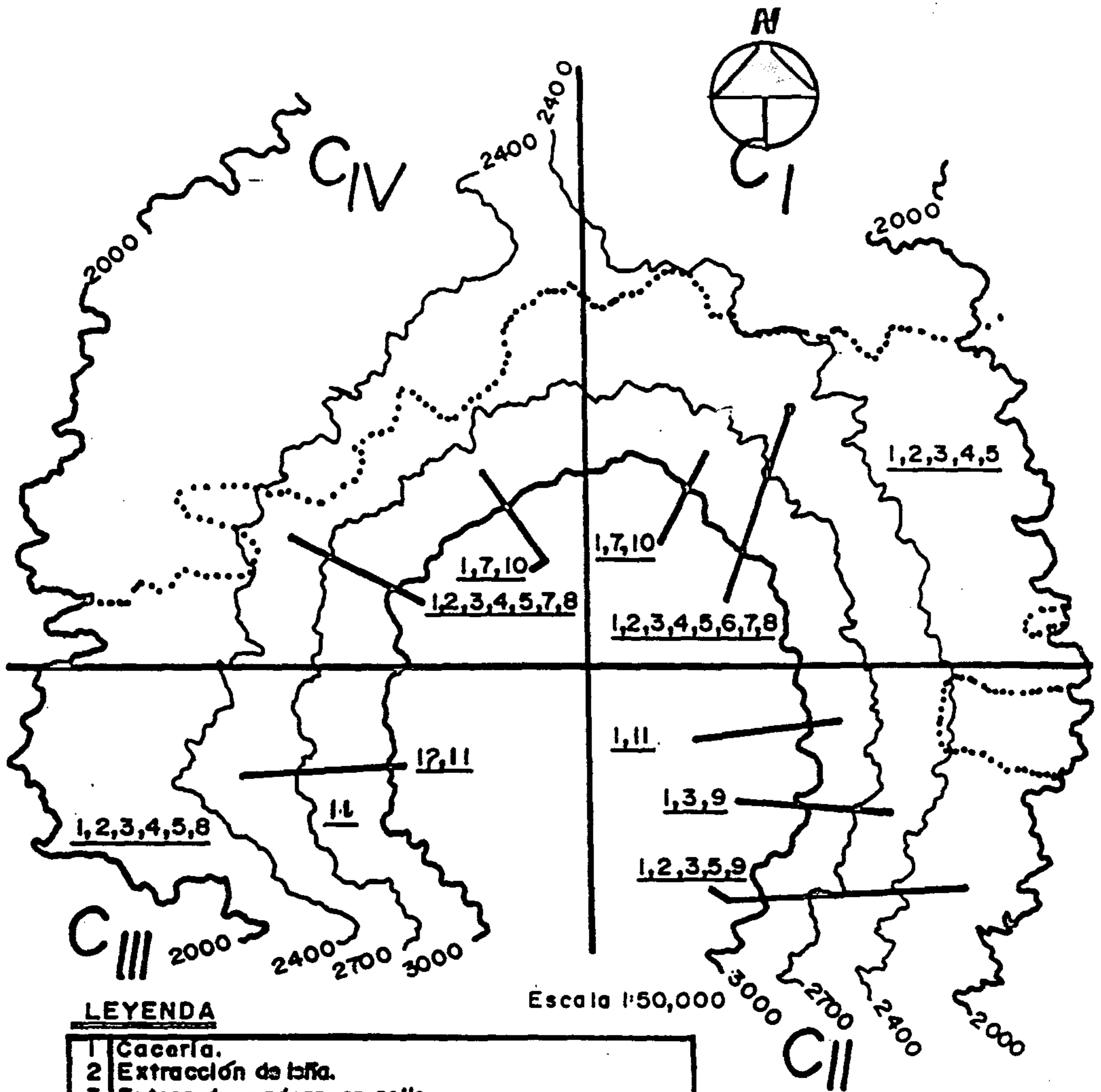


FIGURA 19 Morfología de un espécimen del Cucharón
o Tucán Esmeralda (Aubcorhynchus thoracicus)



LEYENDA

1	Cacería.
2	Extracción de leña.
3	Extrac. de madera en rollo.
4	Extrac. de madera para ábarrío.
5	Pastoreo de ganado vacuno y caballar.
6	Pastoreo de ganado caprino.
7	Aserraderos clandestinos eventuales.
8	Tala rasa (ampliación de la frontera agrícola.)
9	Efectos pírnicos severos.
10	Presencia de materiales no degradables.
11	Poco disturbado.

C = Cuadrante

0 1 2 Km

FIGURA 20 Deterioro de las diferentes Regiones y Cuadrantes del área de estudio, Volcán de Acatenango.

CUADRO 1 Diversidad florística presente en el área estudiada del volcán de Acatenango

No.	Familia no. Especie	Habito	Región
I	MUSGOS 1. Diversas especies, muy abundantes	Te, E. Epi	B, M, A
II	POLYPODIACEAE 2. Helecho digitado 3. Helecho pinnado pequeño 4. Helecho pinnado grande 5. Helecho aff. cola de quetzal	Epi, h. Te, h. Te, h. Te, h.	B, M. B, M, A. B.M. B,M,A.
III	PINACEAE 6. Pinus montesumae Lambert 7. Pinus pseudostrobus Lindl 8. Pinus maximinoi	Te, a. Te, a. Te, a.	B. M, A. B.
IV	LAURACEAE 9. Litsea guatemalensis Mez 10 Nectandra sp. 1 11. Nectandra sp. 2 12. Phoebe mexicana Meissn 13. Phoebe salvinni (Mez) Lundell	Te, a. Te, a. Te, a. Te, a. Te, a.	B,M,A. B, M. B.M. B. B, M, A.
V	PIPERACEAE 14. Peperomia petrophila C. DC. 15. Peperomia quadrifolia (L) HBK 16. Piper martesianum C. DC. 17. Piper pseudoasperifolium Lindl	Te, h. Epi, h. Te, ar. Te, ar.	B, M, A. B. B, M. B.
VII	CHLORANTHACEAE 18. Hedyosmun mexicanum Cordemoy	Te, a.	B.
VIII	PAPAERACEAE 19. Bocconia arborea Wats 20. Bocconia volcanica Donn	Te, ar. Te, ar.	B. B,M,A.
VIII	URTICACEAE 21. Urea caracasama (Jacq) Griseb 22. Urticaceae 1 23. Urticaceae 2	Te, ar. Te, ar. Te, h.	B. M. B,M,A.
IX	FAGACEAE 24. Quercus acatenangensis Trel. 25. Quercus brachystachys Benth 26. Quercus Skinneri Benth	Te, a. Te, a. Te, a.	B, M. B, M, A. B, M.
X	BETULACEAE 27. Alnus jorulensis HBK 28. Carpinus caroliniana var tropicalis Donn 29. Ostrya virginiana var guatemalensis (Winhl) Macbride	Te, a. Te, a. Te, a.	B, M, A. B. B.
XI	CACTECEAE 30. Heliocereus cinnabarinus (Eichl) Br&R 31. Wecklerocereus glaber (Eichl) Brit & Rose	Epi, h. Epi, h.	B, M. B.
XII	CARYOPHYLLACEAE 32. Drymaria sp.	Te, h.	B.
XIII	AMARANTHACEAE 33. Iresine celosia (Ibañez) Standl.	Te, h.	B, M, A.
XIV	ACTINIDIACEAE 34. Saurauia oreophila Hemsl. 35. Saurauia subalpina Donn.	Te, a. Te, a.	B, M, A. B, M.
XV	TILIACEAE 36. Heliocarpus donnel-smithii Rose in D	Te, a.	B.
XVI	STERCULIACEAE 37. Chiranthodendron pentadactylon Larreategui	Te, a.	B, M, A.
XVII	MALVACEAE 38. Malvaviscus arboreus var mexicanus Schlt	Te, ar.	B.
XVIII	PASSIFLORACEAE 39. Passiflora biflora Lam	Te, li.	B.

	40. <i>Passiflora membranacea</i> Benth	Te, li.	B, M, A.
XIX	BENIGONIACEAE		
	41. <i>Begonia</i> sp.	E, h.	B, M, A.
	42. <i>Begonia calderonii</i> Standl.	E, h.	B.
XX	CAPPARACEAE		
	43. <i>Cleome</i> sp.	Te, h.	B, M.
XXI	CLETHRACEAE		
	44. <i>Clethra mexicana</i> A. DC	Te, a.	B.
	45. <i>Clethra pacheoana</i> Standl	Te, a.	B, M, A.
XXII	ERICACEAE		
	46. <i>Arbutus xalapensis</i> HBK	Te, a.	B, M.
XXIII	MYRSINACEAE		
	47. <i>Parathesis</i> sp.	Te, a.	B, M.
	48. <i>Parathesis vestita</i> Lundell	Te, a.	B.
	49. <i>Sinardista vestita</i> (Mast) Lundell	Te, a.	B, M.
XXIV	ROSACEAE		
	50. <i>Prunus</i> sp.	Te, a.	B, M, A.
	51. <i>Prunus salasii</i> Standl	Te, a.	B.
	52. Rosaceae	Te, a.	B, M.
XXV	MIMISACEAE		
	53. <i>Pithecolobium arboreum</i> (L) Urban	Te, a.	B.
XXVI	FABACEAE		
	54. <i>Diphysa robinoides</i> Benth	Te, a.	B.
	55. <i>Phaseolus</i> sp.	Te, li.	B, M.
XXVII	ONAGRACEAE		
	56. <i>Fuchsia arborescens</i> Sims	Te, ar.	B, M, A.
	57. <i>Fuchsia microphila</i> HBK	Te, ar.	B, M, A.
	58. <i>Fuchsia splendens</i> Zucc.	Epi, ar.	B, M, A.
XXVIII	LORANTHACEAE		
	59. <i>Parandendron</i> sp.	Hem, ar.	B, M, A.
XXIX	POLYGALACEAE		
	60. <i>Monnina xalapensis</i> HBK	Te, ar.	B.
XXX	MELIACEAE		
	61. <i>Cedrela pacayana</i> Harms	Te, a.	B.
XXXI	RUTACE		
	62. Rutaceae l.	Te, ar.	B.
XXXII	ARALIACEAE		
	63. <i>Oreopanax echinops</i> Dcne & Planch	Te, a.	B, M, A.
	64. <i>Oreopanax sanderianus</i> Hemls	Te, a.	B.
	65. <i>Oreopanax xalapensis</i> HBK	Te, a.	B, M.
XXXIII	APIACEAE		
	66. <i>Coaxana purpurea</i> Coult & Rose	Te, h.	B, M, A.
XXXIV	SOLANACEAE		
	67. <i>Cestrum pacayana</i> Harms	Te, a.	B, M, A.
	68. <i>Lysianthes quichensis</i> (Coult & Donn) Bitter	Te, ar.	B, M, A.
	69. <i>Lysianthes tricolor</i> (Ses & Moc) Bit	Te, ar.	B, M, A.
	70. <i>Solandra grandiflora</i> Swartz	Epi, ar.	B, M.
	71. <i>Solanum appendiculatum</i> H&B	Te, li.	B, M, A.
	72. <i>Solanum nigricans</i> Mart & Gal	Te, h.	B, M.
	73. <i>Solanum nudum</i> HBK	Te, ar.	B, M.
XXXV.	CONVOLVULACEAE		
	74. <i>Ipomoea silvicola</i> House	Te, li.	B.
XXXVI	BORAGINACEAE		
	75. <i>Tournefortia petiolaris</i> DC	Te, ar.	B, M.
XXXVII	VERBENACEAE		
	76. <i>Lippia</i> sp. 1	Te, ar.	B, M.
	77. <i>Lippia</i> sp. 2	Te, ar.	B.
XXXVIII	LAMIACEAE		
	78. <i>Salvia curtiflora</i> Epling	Te, ar.	B, M, A.
XXXIX	ACANTHACEAE		
	80. <i>Centropogon grandidentatus</i> (Schl)Zahl.	Te, ar.	B, M.
	81. <i>Lobelia laxiflora</i> HBK	Te, ar.	B.
XL	CAMPANULACEAE		
	80. <i>Hoffmania conzatti</i> Rob	Te, ar.	B.
	81. <i>Lobelia laxiflora</i> HBK	Te, ar.	B.
XLI	RUBIACEAE		
	82. <i>Hoffmania conzatti</i> Rob	Te, ar.	B.
	83. Rubiaceae l.	Te, a.	B.
XLII	ASTERACEAE		

	84. <i>Ageratum</i> sp.	Te. h.	B.
	85. <i>Dahlia imperialis</i> Roezl	Te. a.	B.
	86. <i>Eupatorium morifolium</i> Mill	Te. ar.	B, M, A.
	87. <i>Eupatorium odoratum</i> L.	Te. ar.	B.
	88. <i>Podachaenium emimems</i> (Lag) Schl	Te. a.	B.
	89. <i>Senecio</i> sp. 1	Te. ar.	B, M.
	90. <i>Senecio</i> sp. 2	Te. ar.	B, M, A.
	91. <i>Senecio cobanensis</i> Coult.	Te. ar.	B, M.
	92. Asteraceae 1	Te. ar.	B.
	93. Asteraceae 2.	Te. ar.	B, M.
XLIII	ARACEAE		
	94. <i>Monstera friedrichsthalli</i> Oest	Epi, h.	B.
XLIV	COMMELINACEAE		
	95. <i>Commelina</i> sp.	Te. h.	B.
XLVI	CYPERACEAE		
	96. <i>Cyperus</i> sp.	Te. h.	B.
XLVI	POACEAE		
	97. <i>Chusquea longifolia</i> Swallen	Te. ar.	B, M.
XLVIII	BROMELIACEAE		
	98. <i>Tillandsia</i> sp.	Epi, h.	B.
	99. <i>Tillandsia grandis</i> Schl	Epi, H.	B.
XLVIII	LILIACEAE		
	100. <i>Smilacina scilloidea</i> Mart & Gal.	Epi, h.	B, M.
XLIV	SMILACACEAE		
	101. <i>Smilax</i> sp.	Te. li.	B, M.
XLVI	ORCHIDACEAE		
	102. <i>Encyclina varicosa</i> (Batem) Schl.	Epi, h.	B, M.
	103. <i>Epidendrum arbuscula</i> Lindl	Epi, h.	B, M.
	104. <i>Govenia superba</i> (Llave & Lex) Lindl	Te. h.	B.
	105. <i>Isochilus linearis</i> (Jacq) R. Br.	Epi, h.	B, M, A.
	106. <i>Maxillaria densa</i> Lindl	Epi, h.	B, M.
	107. <i>Maxillaria meleagris</i> Lindl	Epi, h.	B, M, A.
	108. <i>Odontoglossum rossi</i> Lindl	Epi, h.	B, M, A.
	109. <i>Pleurothallis</i> sp.	Epi, h.	B, M.
	110. <i>Stelis</i> sp.	Epi, h.	B, M.

REFERENCIAS

Habito. Te = Terrestre Epi = Epífita E = Epipétrico He = Hemispárasito
a = Arbol ar = Arbusto h = Hierba li = Liana

Región. B = Región Baja, de 2,000 a 2,400 msnm.
M = Región Media, de 2,401 a 2,700 msnm.
A = Región Alta, de 2,701 a 3,000 msnm.

*** Las plantas fueron colectadas y determinadas por el autor, contando con el apoyo del personal del Herbario AGUA, Agronomía y la Flora of Guatemala.

RECURSOS FITOGENETICOS

CARACTERIZACION "IN SITU" DE ZAPOTE (*Pouteria sapota*) (Jacq) Moore Stearm EN CHIQUIMULILLA Y GUAZACAPAN, SANTA ROSA, GUATEMALA.

Luis Alfredo Utrera García*
Edgar A. Martínez Tambito**

RESUMEN

La presente investigación fue un estudio de caracterización "in situ" de 51 cultivares nativos de zapote *Pouteria sapota* existentes en ocho localidades de los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa. Los objetivos del estudio fueron: a) Definir las características morfológicas y fenológicas que en mayor proporción determinan la similitud y variabilidad entre los diferentes materiales de zapote y b) Definir diferentes grupos de materiales de zapote, en función de sus características morfológicas y fenológicas, utilizando técnicas de análisis multivariado.

El análisis de componentes principales permitió identificar las 24 variables discriminantes, que en mayor proporción representaron la variabilidad existente entre los cultivares de zapote caracterizados; los cuales integraron cuatro nuevas variables o componentes principales relacionados fundamentalmente con las características del fruto, árbol, floración y fructificación.

A través del análisis de agrupamiento (cluster analysis) fue posible agrupar los 51 materiales en los 10 conglomerados, con características suficientemente homogéneas para permitir la interpretación de las relaciones de similitud que se establecieron entre ellos.

* Autor de la Tesis de Grado.

** Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se determinó que la variabilidad entre los cultivares de zapote está definida principalmente por las características relacionadas con el tamaño del fruto, el peso del fruto completo, mesocarpio y semilla; grosor del epicarpio y pericarpio; época de inicio y final de floración y fructificación; intervalo de tiempo transcurrido entre la floración y la cosecha; altura del árbol; y por el largo ancho y coloración de las hojas.

INTRODUCCION

Guatemala es un país que debido a la diversidad de condiciones climáticas existentes, posee una enorme riqueza en recursos fitogenéticos, cuya gran mayoría no ha sido aprovechada adecuadamente, a pesar de su potencial económico y nutricional. Tal es el caso de las especies de frutales tropicales como el zapote (*Pouteria sapota*), que tradicionalmente se desarrolla en huertos familiares, a veces aislados, con poca o ninguna tecnología de manejo. La producción de zapote se destina principalmente para el autoconsumo, el mercado interno y una parte para la exportación como pulpa congelada.

Tomando en cuenta la importancia comercial del zapote, así como a su escasa tecnología de manejo, se hacen necesarios estudios básicos con la finalidad de caracterizarlos y conservarlos como un recurso fitogenético nativo de América Tropical. En tal sentido la caracterización "In situ" de cultivares de zapote nativos, constituye el procedimiento inicial para la determinación de las características morfológicas y fenológicas que en mayor o menor proporción influyen en el grado de similitud y variabilidad genética existente entre ellos. Además estos estudios definen el punto de partida para posteriores evaluaciones agronómicas, mejoramiento genético, selección y reproducción de aquellos materiales que reúnan características deseables para un programa de fomento y diversificación de la producción agrícola.

Los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán en el Departamento de Santa Rosa, poseen dentro de su jurisdicción con áreas de producción de zapote, y microclimas que reúnen las condiciones adecuadas para el

desarrollo de comunidades nativas de esta especie; lo anterior contribuye y constituye una fuente estacional de ingresos económicos para el agricultor, a pesar de la escasa tecnología de manejo de zapote.

REVISION DE LITERATURA

VARIEDAD.

En el Estado de la Florida (EEUU) actualmente se están propagando vegetativamente cuatro selecciones de zapote, las cuales también han sido reconocidas como variedad. En el salvador la variedad conocida como "Magaña" posee buen tamaño de fruto, y peso de hasta 1.5 kg/fruto; la pulpa se considera de buena calidad y el fruto alcanza la madurez en menos de un año. Esta variedad fue introducida a la Florida en 1962, en donde se produce comercialmente y se propaga vegetativamente (6).

Existe en la Florida otra variedad llamada Cuban No. 1, que fue introducida de El Salvador, pero que posiblemente es originaria de Cuba; el fruto alcanza hasta 23 cm. de largo y puede llegar a pesar hasta 2.5 kg. La Cuban 1 tarda mas de un año para alcanzar la maduración (6). Por otro lado en el area cafetalera de Puerto Rico existen muchos árboles prolíficos de zapote, cuyos frutos alcanzan hasta 1 kg. de peso, con mesocarpio de color rojo oscuro grande.

RECURSOS GENETICOS VEGETALES EN GUATEMALA

RIQUEZA GENETICA DE *Pouteria* spp. EN GUATEMALA.

De acuerdo con Azurdia (2) el género *Pouteria* está ampliamente distribuido en las tierras bajas de Guatemala, ocupadas por áreas de bosque muy húmedo subtropical, a excepción de *Pouteria viridis* que se distribuye en áreas templadas a frías. La riqueza genética que presenta Guatemala es significativa, ya que en el país reportan 13 especies tales como: Baehni, *P. campechiana* (HBK) Baehni, *P. durladii* (Standl) *P. gallifruca* (Cronquisnt), *P. Hypoglauca* (Standl). Baehni, *P. izabalensis* (Standl) Baehni, *P. lundelii* (Stand) L, *P. Sapota* (Jacq), *P. unilocularis* (Donn. Sm) Baehni y *P. viridis*

(Pittier) Cronquist.

El zapote (*Pouteria sapota* (Jacq)) es la especie cuyo fruto es ampliamente apetecido por la población, y por lo tanto es "cultivado" en los huertos familiares de la región de Santa Rosa, en la que se encuentra creciendo también en forma silvestre en áreas remanentes boscosas. En cuanto a las otras especies se puede decir que *P. viridis* (injerto) y *P. hypoglauca* revisten importancia por su demanda para autoconsumo, ambos "cultivados" igual que el zapote. El zapotillo de montaña (*P. campechiana*) es colectado a partir de poblaciones silvestres a igual que el resto de las otras especies; y cuyos frutos no tienen propiedades comestibles ni están sujetos a procesos de domesticación; encontrándose únicamente en forma silvestre (2).

COLECTAS REALIZADAS.

Azurdia (2) realizó colectas de zapote en el Oriente de Guatemala, en donde es una fruta ampliamente conocida y cultivada a nivel de huertos familiares o a orillas de ríos y riachuelos. Posiblemente uno de los sitios de mayor importancia en cuanto a diversidad de zapote es San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, debido a que la mayoría de las áreas de regadío están cultivadas de zapote junto a otros frutales como Chico (*Manilkara achras*), Guanaba (*Anona muricata*), Citricos (*Citrus spp*) y otros (2).

Considerando lo anterior puede indicarse que el zapote está presente en casi todas las partes cálidas del país, por lo que se recomienda que en un proyecto de recolección de germoplasma de frutales nativos, debe de incluirse el zapote (2).

MATERIALES Y METODOS

DESCRIPCION DEL AREA.

UBICACION.

La presente caracterización morfológica y fenológica "In situ" de cultivares de zapote *Pouteria sapota* Jacq fue llevada a cabo en

los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, del Departamento de Santa Rosa, Guatemala (Ver Figura 1).

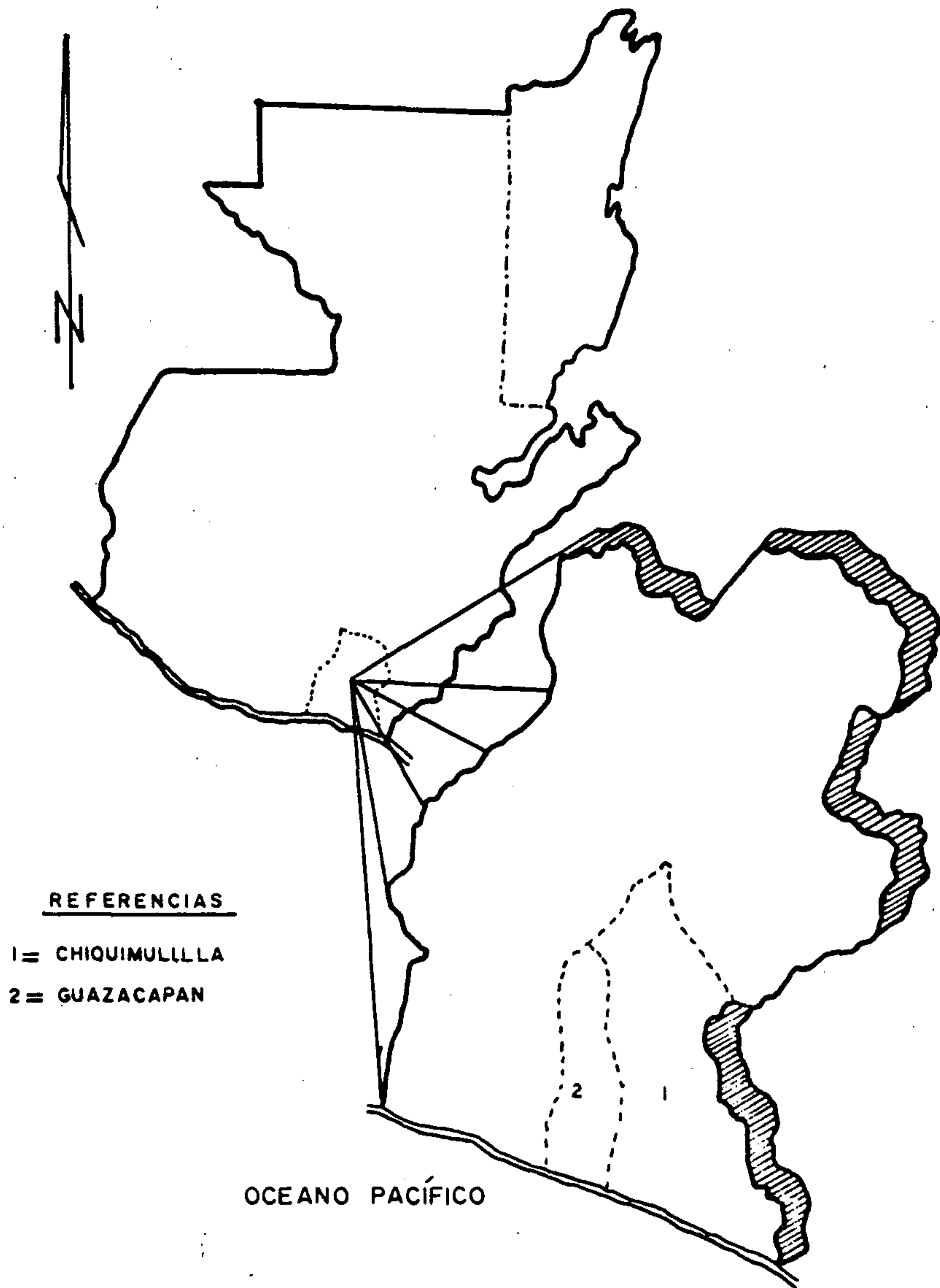


FIGURA 1, UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CHIQUIMULLILLA Y GUAZACAPÁN
DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

De acuerdo con el Instituto Geográfico Nacional (5) Chiquimulilla posee un área de 499 km²., colinda al norte con Cuilapa y Pueblo Nuevo Viñas; al Este con Pasaco, Moyuta, Santa María Ixhuacán y San Juan Tecuaco; al sur con el Oceano Pacífico y al Oeste con Guazacapán. La cabecera municipal, del mismo nombre, se encuentra a una altitud de 294 m.s.n.m. y cuyas coordenadas geográficas son: 14° 05'13" Latitud Norte y 90° 22'48" Longitud Oeste.

Guazacapán cuenta con un area de 171 km.², colinda al Norte con Pueblo Nuevo Viñas, al Este con Chiquimulilla, al Sur con el Oceano Pacífico y al Oeste con Taxisco. La cabecera municipal del mismo nombre se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 14° 04'18" Latitud Norte y 90° 25'07" Longitud Oeste; a una altitud de 261 m.s.n.m. (5).

FACTORES CLIMATICOS

Tomando como referencia la estación meteorológica mas cercana se estableció que los principales componentes del clima registrados durante 1992 fueron los siguientes: precipitación pluvial 1740mm. anuales; temperatura máxima anual media 21.2 °C; humedad relativa media anual 78%; evapotranspiración potencial media anual 1700 mm.; insolación media anual 210 horas/sol y 95 días de lluvia al año (5).

La zona de vida, de acuerdo con De la Cruz (4), corresponde al Bosque Muy Húmedo Sub-tropical (Cálido) (bmh-s (c)). En Guatemala esta zona de vida cubre la costa del Pacífico, la cual es una franja de 40-50 km. de ancho, desde la frontera con Mexico hasta el Depto. de Santa Rosa., haciendo una superficie de 40,700 km² y representando un 38% de superficie total del país.

MATERIAL EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo constituida por árboles individuales de zapote, en etapa productiva existentes en rodales aislados que se

encuentran diseminados en forma natural dentro del área bajo estudio. Lo anterior denota que en la actualidad el zapote es una especie de frutal que no se cultiva comercialmente en esta zona geográfica; desarrollándose únicamente en forma natural en áreas aisladas que poseen un microclima especial para el crecimiento del mismo. En tal sentido la caracterización se efectuó "In situ" en todos los árboles que estaban en edad productiva en dicha área de estudio y que reflejan la variabilidad existente en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán.

SITIOS DE CARACTERIZACION

Los sitios seleccionados para el estudio fueron ocho en total, ubicados en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán del Departamento de Santa Rosa (Ver Cuadro 1 y Figura 2). La definición de dichos sitios obedeció a dos criterios fundamentales: a) la variabilidad genética del género *Pouteria* que en forma apriorística se determinó en un reconocimiento preliminar realizado en ambos municipios y b) la definición del sitio como prioridad uno por parte del Proyecto de "caracterización de frutales Tropicales nativos de Guatemala" que actualmente está impulsando y desarrollando la Facultad de Agronomía (FAUSAC), a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA).

Cuadro 1. Sitios de Caracterización y número de árboles estudiados en cada Canton o Paraje.

MUNICIPIO	ALDEA	CANTON/PARAJE	CLAVE	NUMERO DE ARBOLES
CHIQUIMULILLA	NANCINTA	LOS REGADIOS	LR	9
CHIQUIMULILLA	IJORGA	IJORGA	IJ	6
CHIQUIMULILLA	CHIQUIMULILLA	BELEN	BE	2
GUAZACAPAN	GUAZACAPAN	LOS CHIVOS	LC	9
GUAZACAPAN	MOLINILLAL	LA VEGA	LV	9
GUAZACAPAN	MOLINILLAL	QUEVEDO	QU	8
GUAZACAPAN	EL BARRO	EL BARRO	EB	6
GUAZACAPAN	PLATANARES	PLATANARES	PL	5

VARIABLES

Luego de observar las características generales de los árboles (materiales genéticos de zapote) a nivel de campo, y ajustar algunas variables del descriptor elaborado para el estudio de especies frutícolas sugerido por IBPGR (actualmente el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) ; fueron definidas un total de 47 variables que comprenden características morfológicas y fenológicas expresadas en forma de caracteres cuantitativos (continuos y discontinuos) y cualitativos.

La toma de datos de efectuó durante el ciclo productivo de 1992-1993, por medio de una boleta diseñada con base en la forma de medición de cada variable.

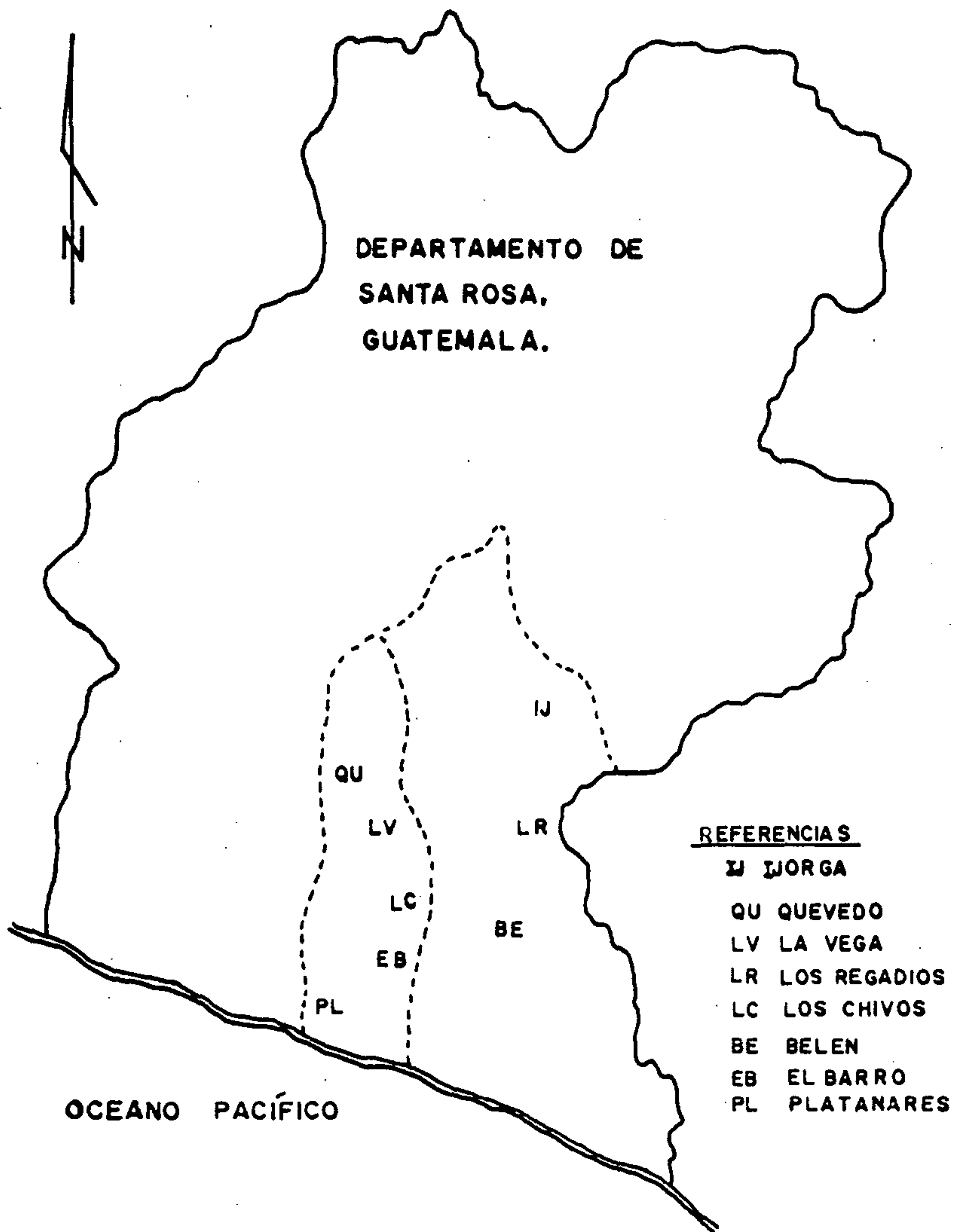
ANALISIS DE LA INFORMACION

La información se analizó a través de métodos computarizados, utilizando el paquete estadístico SAS para computadoras personales (SAS-PC).

ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El método de análisis multivariado de componentes principales (princom) permitió generar nuevas variables que expresaron la información contenida en el conjunto original de datos, así como reducir la dimensionalidad del caso estudiado, como paso previo para posteriores análisis, y eliminar algunas variables que aportaban poca información para explicar la variabilidad total.

Las variables derivadas son conocidas como "componentes principales" (10). Según la teoría estadística el número de factores o componentes puede ser igual al número de variables; sin embargo, se recomienda tomar en cuenta solo aquellas que contribuyen a explicar la variabilidad total, para una mejor interpretación de los datos (10).



**FIGURA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SITIOS DE CARACTERIZACIÓN
EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

ANALISIS DE AGRUPAMIENTO (*CLUSTER ANALYSIS*)

Mediante el proceso de agrupamiento, se realizó el análisis del mismo nombre, utilizando la técnica de conglomerados jerárquicos aglomerativos, basados en el algoritmo de Jhonston(3); dando origen a conjuntos que presentan rangos, en los cuales las Unidades Técnicas Operativas (OTU) o grupos de OTUs subsidiarios forman parte de un grupo mayor. Asimismo partiendo de 51 OTU (en este caso de estudios) separadas, se agruparon en sucesivos conjuntos (siempre en número menor a 51) para finalmente llegar a un solo conjunto que contenía a los 51 árboles o unidades experimentales (u observaciones).

RESULTADOS Y DISCUSION

VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y FENOLOGICA DE ZAPOTE

El análisis de princom permitió identificar las variables que tienen mayor influencia en la variabilidad total existente. Se determinaron cuatro componentes principales que explicaron el 42.18% de la variabilidad total, así como también las variables discriminantes en la conformación de cada componente (Cuadro 2).

El primer componente denominado "características del fruto" representó el 15.75% de la variabilidad total, y las variables morfológicas del fruto están contenidas en dicho componente. La mayor variabilidad está relacionada con el tamaño y peso del fruto, peso del mesocarpio y la semilla, grosor del epi y pericarpio.

Lo anterior indica que la variabilidad genética entre materiales de zapote de los dos municipios estudiados, está determinada por características del fruto.

La segunda componente denominada "características de floración", representó el 12.89 % de la variabilidad total. Las variables que

conformaron esta componente son de tipo fenológico, incluyendo algunas asociadas con la flor. La máxima variabilidad dentro de esta componente estuvo asociada con la época de inicio y final de floración.

La tercer componente compende características morfológicas del arbol, la cual explicó el 7.43% de la variabilidad total, dicha componente fue nombrada como "características del arbol".

Las variables de esta componente son altura de arbol, largo, ancho y color de las hojas.

La última componente denominada "características de fructificación" representó el 6.11% de la variabilidad total. Las variables que integran este componente son características fenológicas como época de inicio y final de cosecha e intervalo entre floración y cosecha.

Cuadro 2. Componentes principales, variabilidad explicada y variables discriminantes.

COMPONENTE PRINCIPAL	NOMBRE DEL COMPONENTE	VARIABILIDAD EXPLICADA (%)	VARIABLES DESCRIMINANTES
1	CARACTERISTICAS DEL FRUTO	15.75	Fruto: tamaño, longitud, diametro. Semilla: peso, diametro, longitud. Grosor del epi y pericarpio. Peso del mesocarpio y fruto.
2	CARACTERISTICAS DE FLORACION	12.89	Floración: máxima, inicio y final. Flor: color y aroma.
3	CARACTERISTICAS DEL ARBOL	7.43	Hojas: ancho, longitud, textura y color. Altura de arbol y habito de crecimiento.
4	CARACTERISTICAS DE FRUCTIFICACION	6.11	Cosecha: inicio y final intervalo floración cosecha.

DEFINICION DE GRUPOS DE MATERIALES DE ZAPOTE

El análisis de conglomerados definió 10 grupos de acuerdo con la máxima varianza entre grupos. La estructura taxonómica obtenida mediante la aplicación de dicha técnica con la matriz de similitud se representó gráficamente a través de un fenograma (Figura 3). Las variables que discriminaron la conformación de 10 grupos fueron 24, tanto morfológicas como fenológicas.

Las características de cada grupo se ilustran en el Cuadro y tres grupos diferentes se describen a continuación.

El fenograma muestra la relación y el grado de similitud existente entre los árboles caracterizados. Los valores de similitud obtenidos mediante el cálculo del coeficiente de distancia (RMS= Root-mean-Square Distance), se expresó en una escala ubicada en el eje vertical izquierdo de la Figura 3, y las observaciones (árboles) se colocaron en el eje horizontal inferior. Los ejes verticales de cada observación se unieron mediante ejes horizontales que expresan, en relación con la escala, el valor de similitud existente entre grupos o núcleos de ellos.

a) **GRUPO 1:** Lo conformaron cinco observaciones (24, 33,30,1,7,) que corresponden a los árboles ubicados en Chiquimulilla (LR1, LR7, BE1) y Guazacapán (EB1 Y PL1) respectivamente. Características: fruto tamaño grande, peso de mesocarpio 227.6 g., peso del fruto 442.6 g. y peso de semilla 194.4 g. La altura del árbol fue en promedio de 10.8m. Este grupo de árboles empezó a florear durante la primera semana de abril y terminó en la tercera semana de mayo.

La cosecha se inició durante la primera semana de octubre y terminó durante la primera semana de diciembre: con un intervalo de floración de cosecha de 146 días en promedio. El hábito de crecimiento que más se repitió (moda) en este grupo fue el compacto.

b) **GRUPO 2:** Nueve observaciones integran este grupo (2,3,10,4,28,5,37,13 y 23) que corresponden a los árboles: el tamaño de fruto pequeño, con un peso de 139.3g. y peso del mesocarpio de 160.6g. La semilla pesó 139.3 g. , el epicarpio midió 2.2 mm. y el pericarpio 2.8 cm.

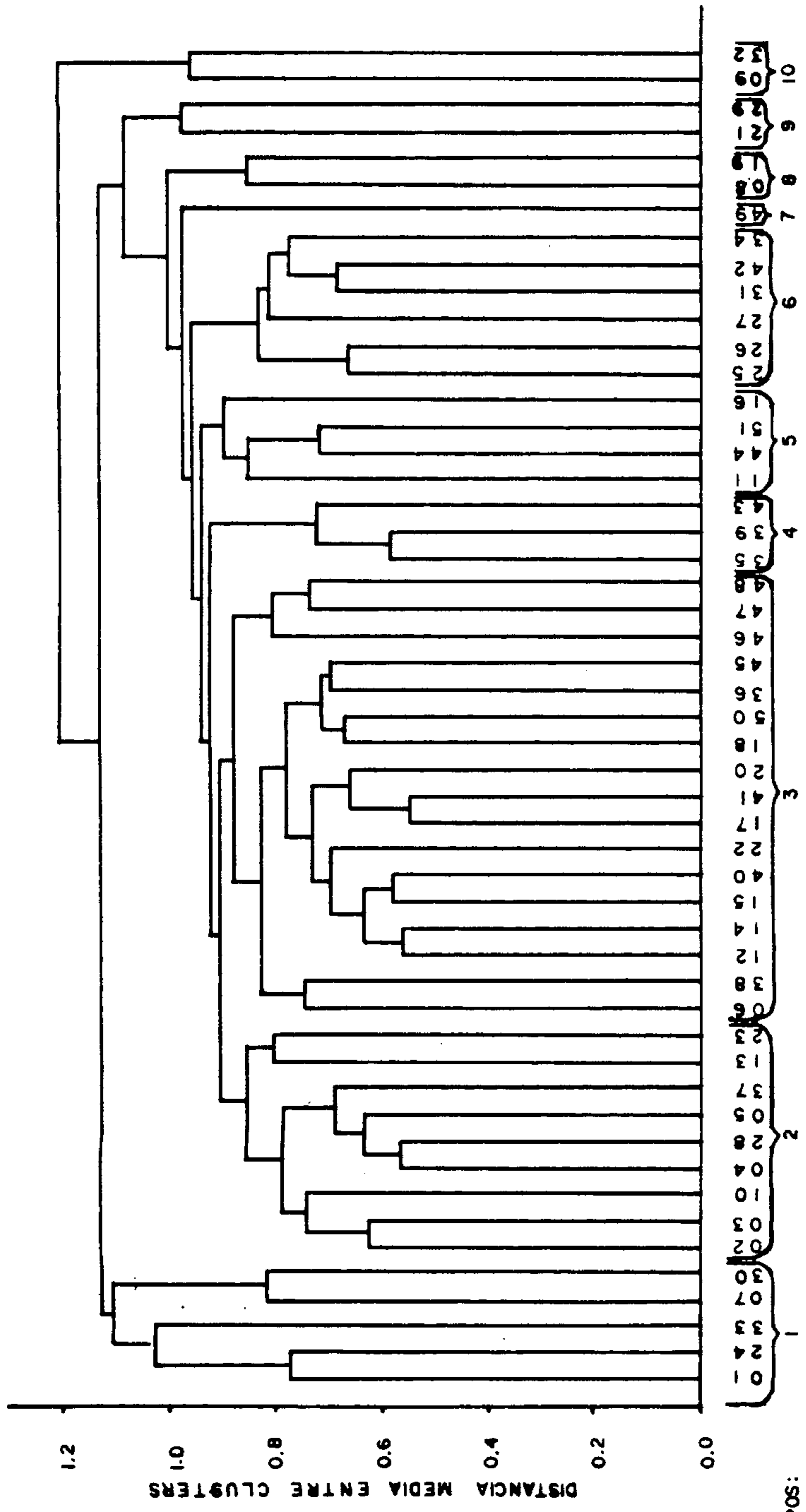
La máxima floración ocurrió en el mes de mayo durante la primera semana, finalizando la segunda semana de mayo; y la cosecha se inició en la primera semana de octubre y terminó la primera semana de diciembre, con un intervalo de 146 días de floración a cosecha

c) **GRUPO 3:** Este grupo fue el más numeroso, integrado por 17 observaciones, la mayoría de ellos pertenecientes al municipio de Guazacapán; siendo estos 16,38,12,14,15,40,22,17,41,20,18,50,36,45,46,47 y 48 que corresponden a los arboles EB6,LC4,LJ1, IJ3, IJ4, LC6, LV5, IJ6, LC7, LV3, LV1, QU2, QU3, QU4, Y QU5 respectivamente. Las características comunes en este grupo de árboles fueron: frutos de tamaño mediano, peso de mesocarpio 175.4 g., peso de fruto 358.2 g. y peso de semilla 148.7 g.. El grosor del epi y pericarpio midió 2.6 mm. y 3.1 cm. respectivamente.

La floración de este grupo de árboles se inició durante la segunda semana de junio y finalizó en la tercera semana de julio. La cosecha se inició la primera semana de noviembre y terminó la primera semana de enero, con un promedio de 147 días entre el inicio de la floración y el inicio de la cosecha.

Los restantes siete grupos estuvieron conformados por pocas observaciones y los cuales se ilustran en el fenograma (Figura 3).

Es importante resaltar que hubo variabilidad en las características fenológicas dentro de los 51 materiales caracterizados, principalmente en época de floración y fructificación. La floración se inició desde abril hasta junio y la cosecha se inició desde septiembre y terminó en noviembre.



O B S E R V A C I O N E S

FIGURA 3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Entre cultivares nativos de zapote (*Pouteria sapota*) caracterizados "in situ" en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa, existe variabilidad morfológica y fenológica.
- b) El grupo de variables que explicaron la mayor variabilidad existente, están asociados con características del fruto y la semilla y características de floración.
- c) De acuerdo con las características fenológicas de floración y fructificación se pudo determinar la existencia de grupos de árboles precoces y tardíos.
- d) De acuerdo con el análisis de agrupamiento se determinaron diez grupos de materiales de zapote, con características comunes y varianzas mínimas.
- e) Para trabajos futuros de caracterización morfológica y fenológica de zapote, se recomienda hacer énfasis en características relacionadas con el fruto (tamaño, peso, peso del mesocarpio, peso de la semilla y grosor del epi y pericarpio); así como época de floración y fructificación.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ARCE, A.J. 1984 Caracterización de 81 plantas de achiote (*Bixa orellana* L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala, y propagación vegetativa por estacas Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE 149 p.
2. AZURDIA, C.A. Y GONZALEZ, M. 1986 Informe final de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala, Facultad de Agronomía 256 p.
3. CRISCI, J.C. Y LOPEZ ARMENGOL, M.F. 1983 Introducción a la

teoría y práctica de la taxonomía numérica. Monografía No. 26. Washington. EEUU., O.E.A. 132 p.

4. CRUZ, J.R. DE LA. 1992. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Depto de Divulgación de la Dirección General de Servicios Agrícolas. 59 p.

5. GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978 Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. pp 251-255, 754-760.

6. LEON, J. 1987 Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA, 247 p.

7. MORERA, J.A. 1981 1981 Descripción sistemática de la colección de Panamá de pejibaye (*Bactriz gasipaes* H.B.K.) del CATIE. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 122 p.

8. -----1981. El zapote. Turrialba, R.C. CATIE 24 p.

9. OCHSE, J.J. et al. 1980 Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Limusa, V.1. 829 p.

10. PLA, E.L. 1986 Análisis multivariado: Método de componentes principales. Monografía No. 26 Serie Matemática. Washington EEUU. 94 p.

11. SIMMONS, Ch.; TARANO, S.A. Y PINTO. J.H. 1959 Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra 1000 p.

HIDROLOGIA

CARACTERIZACION DE LAS AREAS IRRIGADAS EN LA CUENCA DEL RIO HATO, SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO.

Carlos Manuel Paiz Terraza *

César Castañeda **

Helmer Ayala **

RESUMEN

El presente trabajo realizado en las tierras regables de la cuenca del río Hato en San Agustín Acasaguastlán, Depto de El Progreso, República de Guatemala, América Central, tuvo como objetivo principal caracterizar el área irrigada para obtener información básica y específica sobre los diferentes sistemas de cultivos que la componen.

Se caracterizaron separadamente los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos, para los cual se investigó sobre: características físico-químicas, uso actual y capacidad de uso de los suelos; características del sistema de riego; composición y estructura de la vegetación; características socioeconómicas de la población y proceso productivo de los sistemas de cultivos.

Se concluye que en el área irrigada del río Hato, se pueden diferenciar, por su componente vegetal, tres sistemas de cultivos cuyas unidades productoras pertenecen a una formación económico social mercantil simple, caracterizada por producir para el intercambio y con base en la fuerza de trabajo familiar, existiendo un bajo desarrollo

* *Autor de la Tesis de Grado*

** *Ingenieros Agrónomos, Asesores de la Tesis.*

tecnológico en la agricultura que no permite que el área exprese el potencial productivo que posee, dadas las características especiales de suelos aluviales, posibilidad de abastecer necesidades de agua de las plantas mediante el riego, su alta luminosidad y temperatura media anual y favorable su considerable biodiversidad vegetal.

INTRODUCCION

Dentro de la región semiárida de Guatemala las áreas irrigadas en las riberas de los arroyos constituyen un sistema productivo especial, que se diferencia de las demás comunidades y sistemas vegetales tanto en sus componentes físicos como bióticos y que han sido fuente importante de satisfactores para la población rural de dichas áreas.

En las áreas irrigadas prácticamente no se ha realizado investigación, no existiendo información específica y concreta sobre el sistema productivo que permita aprovechar al máximo su potencial productivo sin degradar los recursos que lo componen. En el caso específico del área irrigada en la cuenca del río Hato, la presión sobre la tierra provoca que paulatinamente se modifiquen y sustituyan antiguos sistemas de cultivos, como el sistema de huertos frutales bajo riego que ha tipificado la producción agrícola del área, sin conocer ni considerar los efectos ecológicos y económicos que tales cambios puedan provocar.

El estudio que presenta es una caracterización del área irrigada, en la cuenca del río Hato de San Agustín Acasaguastlán, en el que se reconocen los diferentes sistemas de cultivos bajo y riego y las características de las unidades productivas, reconociendo sus componentes físicos como el suelo y el agua, la vegetación que se establece en ellas y el manejo que reciben de acuerdo a los factores socioeconómicos que prevalecen, para poder explicar el desarrollo que presenta el sistema productivo agrícola como sus posibilidades y limitantes.

REVISION DE LITERATURA

LA REGION SEMIARIDA

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo elaborada por Holdridge, la región semiárida de Guatemala se puede considerar como aquella comprendida en el Monte Espinoso Subtropical y Bosque Seco Subtropical. Estas dos zonas de vida consideradas como provincia de humedad semiárida, tienen precipitaciones pluviales que van de 400 a 1,000mm anuales y la evaporación del agua es mayor en la cantidad de lluvia que cae. Además la precipitación se concentra en pocos meses por lo que existe déficit de humedad la mayor parte del año.

En la zona semiárida de Guatemala existen variados sistemas naturales y productivos típicos, tales como bosques espinosos en diferentes fases sucesionales, utilizados para extraer leña, áreas intensamente deforestadas y utilizadas para agricultura bajo temporal o para pastoreo extensivo, huertos de árboles frutales en las riberas de arroyos y distritos estatales de riego.

ESTUDIO Y MANEJO DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

En los países en desarrollo como Guatemala el principal problema no es la contaminación sino la degradación o agotamiento de las reservas naturales, favorecida por la sustitución de sistemas productivos tradicionales por tecnologías agrícolas modernas que muchas veces no son compatibles con las condiciones ecológicas y socioeconómicas prevalecientes.

En la región semiárida de Guatemala el desconocimiento de los recursos que componen los diferentes sistemas, el mal manejo a que se someten, altera paulatinamente los hábitos, con efectos indeseables que reclaman la conservación de los recursos nativos y/o naturalizados que han sido fuente de satisfactores para la población rural, permitiéndoles

sobrevivir en este medio.

Previo a desarrollar prácticas de manejo de un área o sistema, es necesario realizar un inventario que incluya una descripción del clima, la hidrología, la biota, la topografía y el suelo. Es decir que en primer lugar se debe caracterizar el área; ya que los estudios ecológicos y de evaluación de recursos naturales son actividades en que descansan las acciones tecnológicas tendientes a mejorar el nivel de vida de los habitantes en zonas áridas y semiáridas.

METODOLOGIA

RECOPIACION Y ORDENAMIENTO DE INFORMACION SECUNDARIA

El ordenamiento de la información se inició con el estudio de las hojas cartográficas escala 1:50,000 de El Progreso, San Agustín Acasaguastlán y El Cimiento, y los mapas, también a escala 1:50,000, sobre zonas de vida, geología y suelos. La información hidrometeorológica se obtuvo del instituto de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología (INSIVUMEH), consistente en datos de precipitación pluvial de las estaciones El Rancho y Puente Orellana, y de temperatura y humedad relativa en la estación de Morazán. La información aerofotográfica se obtuvo del Instituto Geográfico Militar (IGM) y consistió en fotografías aéreas escala 1:60,000 de la serie STAMP 1991.

DELIMITACION Y ESTRATIFICACION DEL AREA IRRIGADA

Con apoyo en los recorridos de reconocimiento y en la base cartográfica 1:50,000 se delimitó el área que abarca a todas las tierras de la cuenca del río Hato donde se desarrollan actividades agrícola bajo riego, denominándola como "área irrigada" y dividiéndola para su estudio en tres estratos de acuerdo a las diferencias de altitud que presenta y a las características geográficas locales, estratos a los que se llamó: parte alta, parte media y parte baja.

CARACTERIZACION DEL AREA IRRIGADA

Metodológicamente se investigaron separadamente los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del área irrigada, analizando la composición y estructura de la vegetación a través de valores de importancia e índices de diversidad. Para el estudio del suelo se determinaron las características físico-químicas de los suelos, el uso actual y las clases de capacidad de uso según USDA*. El riego se estudió mediante la determinación de las características físicas y de operación de los diferentes sistemas de riego que operan en el área, investigándose sobre la captación, conducción, distribución, método de riego y administración del recurso agua. Para los factores socioeconómicos se utilizó la estadística analizando a través de medias, rangos y frecuencias, las principales características socioeconómicas de la región en general, de las familias y de las unidades productivas, incluyendo la descripción del proceso productivo que se desarrolla en los sistemas de cultivos y determinando el sistema productivo a que pertenecen las unidades agrícolas del área. Se efectuó un estudio general del área irrigada, en el que se establecen las características que tipifican la producción agrícola de la región y las conclusiones del trabajo de caracterización.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA IRRIGADA

El área de estudio encierra todas aquellas tierras cultivadas con sistemas de riego en la cuenca del río Hato, extendiéndose desde la desembocadura de éste sobre el río Grande o Motagua hasta las comunidades de Ixcamanal, Timiluya y Chanrayo sobre los tributarios Aguahíel, Timiluya y Hato respectivamente, que política y administrativamente pertenecen al municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso. El área irrigada se localiza dentro de las siguientes coordenadas geográficas.

* *Departamento de Agricultura de Estados Unidos.*

Latitud Norte	14° 54' 49"	a	15° 01' 12"
Longitud Oeste	89° 56' 48"	a	90° 00' 16"

El área irrigada cubre una superficie total de aproximadamente 549 hectáreas, de las cuales el 67% pertenecen a la subcuenca del río Hato, y se distribuyen en un rango de altitud que va de los 260 a los 660 msnm.

Según la clasificación de zonas de vida de la república de Guatemala, basado en el sistema Holdridge, el área irrigada se localiza dentro de una asociación edáfica húmeda que se ubica dentro de las zonas de vida Monte Espinoso Subtropical y Bosque Seco Subtropical, en donde existe una precipitación promedio de 530 a 725mm de lluvia anuales con temperaturas medias anuales de 27 a 28 grados centígrados, con máximas de 35 y mínimas de 18.9 grados C. y una humedad relativa media anual de 64%.

ASPECTOS HISTORICOS DEL AREA

El medio geofísico de la actual área irrigada en la cuenca del río Hato, ha sido aprovechada por grupos humanos desde mucho antes de la época Colonial. Estudios arqueológicos y etnográficos señalan que los Pocom Mayas o Pokom, uno de los grupos más antiguos de la familia indígena mayense, poblaron el área de San Agustín Acasaguastlán desde el período Clásico Tardío, como en Guaytán, y en el Postclásico de la Cultura Maya, como en el Cimiento. Además se reporta la presencia de una población de habla Pipil durante la primera parte del siglo XVI. Se cree que los Pipiles, un grupo indígena mexicano, conquistaron a los Pokom, prevaleciendo lingüísticamente en Nahual Pipil. Luego los españoles conquistaron el Valle Medio del Motagua por el año de 1530, formando muchos pueblos donde previamente existían comunidades indígenas y fundaron muchas haciendas de ganado y cañales, pero la mayoría se dedicó al cultivo de granos, hortalizas y frutas.

Se desconoce con exactitud la antigüedad del uso del agua para riego y la del cultivo o manipulación de árboles frutales, pero ya en 1769 Cortéz y Larraz reportan que en San Agustín de la Real Corona las cosechas que se producen son maíz, frijol, caña de azúcar, algún cacao y mucha fruta. Sin embargo los huertos de frutales pudieron originarse mucho antes de la época colonial, tanto por ser considerados como un sistema nativo de uso de suelos como por la presencia de asentamientos humanos precolombinos y por alta concentración actual de especies nativas que la literatura señala fueron objeto de manipulación por los Mayas.

PRODUCCION AGRICOLA DEL AREA IRRIGADA

La agricultura es la principal actividad económica del 60% de la población en doce comunidades humanas ubicadas en las cercanías de las tierras regables de la cuenca del río Hato, pero sólo el 31% de los productores agrícolas cultivan bajo riego, el resto desarrolla una agricultura de temporal fuera del área irrigada.

Las unidades productoras agrícolas presentan extensiones que van de 0.26 a 7.0 hectáreas y la mayoría (más de 53%) no sobrepasan las 0.7 ha (1.0 manzana) Estas pequeñas unidades son propiedad de los productores en el 72% de los casos y el restante 28% son tenidas bajo arrendamiento que se paga generalmente con dinero.

Se identificaron tres diferentes sistemas de cultivos de acuerdo a su componente vegetal y a las variaciones en el uso de los recursos y de la tecnología, siendo los siguientes: 1) huertos de árboles frutales, son unidades productoras que localmente se conocen como "regadíos"; 2) caña de azúcar, se caracteriza por poseer un componente vegetal herbáceo que puede considerarse perenne y cuyas unidades se destinan al monocultivo de caña de azúcar para la fabricación de dulce panela, y 3) cultivos anuales, que presentan un componente vegetal herbáceo anual, sistema de cultivo representado por cinco especies independientes que generalmente se cultivan en monocultivo, considerándose dentro del mismo sistema de cultivo, por poseer alta similitud en el ciclo de cultivo, en intensidad de uso del suelo y a que se arreglan en el tiempo ocupando muchas veces el mismo espacio de unidad productora a través de la rotación de cultivos.

SISTEMAS DE CULTIVOS

Huertos de Árboles Frutales

Las principales especies vegetales que se cultivan en este sistema son: *Manilkara achras*, *Pouteria mammosa*, *Magnifera indica*, *Citrus sinensis*, *Mammea americana*, *Persea americana*, *persea*, *schiedeana*, *Theobroma cacao* y *Chamaedorea sp.* El manejo de los huertos frutales se caracteriza por tener un bajo gasto de energía, por cuanto sólo se realizan tres actividades básicas, el riego, el control de malezas y la recolección de la cosecha. Las dos primeras actividades las realiza el productor mismo o miembros de su familia, aplicando el riego a una frecuencia que generalmente es de 15 días y realizando control de malezas una vez al año en el 90% de las unidades dedicadas a este cultivo. Para la cosecha se procede en muchos casos a la contratación de fuerza de trabajo renumerada y

especializada, ya que se requiere de habilidad para trepar árboles y reconocer el grado de madurez de la fruta. La producción de los huertos es muy variable y difícil de cuantificar debido a muchos factores entre los que se destacan el que depende en gran medida de la composición vegetal de cada huerto y a la densidad de plantas, como también que la cosecha se efectúa en varios cortes porque la fruta madura gradualmente y al no llevar registros, la cuantificación por los agricultores se hace muy subjetiva. El destino de la producción es la venta, comercializándose a través de intermediarios locales. A través del tiempo los huertos de árboles frutales, han desaparecido de muchas unidades productoras para destinar estas a otros sistemas de cultivos, sin embargo en la actualidad estas sustituciones son poco frecuentes y en los últimos diez años sólo se reportan cinco huertos eliminados. El factor que modifica de forma constante y paulatina a los huertos es la manipulación interna por parte del productor que ha venido reduciendo el número de especies cultivadas, proceso que se da de dos maneras: primero durante el control de malezas el agricultor elimina generalmente las plantas en estado herbáceo pero tolera aquellas plantas que pertenecen a la o las especies que el quiera favorecer, especialmente *Manilkara achras*, *Pouteria mammosa* y *Mangifera indica*. Segundo: suprimiendo los árboles de las especies que han perdido utilidad o interés para el productor, entre las especies que vienen siendo suprimidas de los huertos están: *persea schiedeana*, *Theobroma angustifolium*, *Theobroma bicolor*, *Theobroma cacao*, *Annona muricata*, entre otras.

Caña de Azúcar:

El sistema caña de azúcar se caracteriza por plantaciones de *Sccharun officinarum* en monocultivo, y por ser plantaciones viejas, de 15 a 25 años de haber sido establecidas y que no se han renovado. El sistema de cultivo fue introducido al área durante la época Colonial, manteniéndose aun muchas prácticas de manejo que datan de aquella época. Las variedades criollas antes cultivadas se sustituyeron completamente por una variedad POJ introducida en la década de los años 50's. Al igual que en los huertos de árboles frutales en este sistema de cultivo no se realiza control de plagas ni de enfermedades y tampoco se

aplican fertilizantes químicos. El riego en la mayoría de plantaciones se efectúa cada doce días y el control de malezas se realiza con fuerza de trabajo familiar, aunque a veces se contrata fuerza de trabajo remunerada para la segunda limpia de caña en la que deshojan los tallos para favorecer el corte.

La caña de azúcar se beneficia para obtener dulce panela, proceso que se inicia en los meses de noviembre y enero prolongándose hasta los meses de marzo y abril. En esta etapa se procede a la contratación de fuerza de trabajo asalariada, ya que se requiere un mínimo de seis jornales diarios, para el corte, transporte y molienda de los tallos, para extraer el jugo azucarado y obtener dulce mediante cocción del jugo hasta concentrar la sacarosa en una miel espesa que se vierte en moldes de madera para su solidificación por enfriamiento. Los trapiches son movidos en su mayoría por energía animal, aunque se vienen sustituyendo por trapiches movidos con motores de combustión interna. La productividad promedio de las unidades de caña de azúcar es de aproximadamente 3,058 Kg. de panela por hectárea por año, producción que se destina para la venta en los mercados locales, comercializándose totalmente a través de intermedios.

El sistema de caña de azúcar también ha cedido tierras al sistema de cultivos anuales especialmente en la parte baja del área irrigada, donde ha desaparecido de las unidades productivas; sin embargo el criterio de la mayoría de los productores es que las plantaciones actuales tienden a mantenerse por mucho tiempo ya que es un sistema perenne que una vez establecido requiere baja inversión de capital y se adapta a suelos pedregosos e inclinados en los que se dificultaría el cultivo de especies anuales.

Cultivos Anuales:

Las especies vegetales de ciclo anual que se cultivan en el área irrigada son: maíz, tabaco, tomate, chile pimiento y pepino de ensalada; presentando el maíz la mayor difusión ya que además de las tierras donde se siembra como cultivo principal es la rotación más frecuente después del cultivo de las otras especies mencionadas. Actualmente se emplean

materiales mejorados que generalmente son variedades seleccionadas algunos híbridos, como en el caso del pepino.

El sistema de cultivos anuales presenta una serie de labores culturales que no se realizan en los otros sistemas de cultivos antes descritos, ya que se hace necesario la preparación del suelo, utilizando arado tirado por bueyes, siembra directa o transplante de plántulas producidas en semilleros previamente elaborados, la fertilización, que de acuerdo el tipo de cultivo, varía en el número y dosis de fertilizante utilizada, observándose un rango de una a cuatro aplicaciones y de 2 a 24 quintales de fórmula comercial de los siguientes fertilizantes, Urea, Triple 15, Sulfato de Amonio, 16-20-0 y 20-20-0.

El control de plagas y enfermedades se realiza a través de la aplicación de biocidas químicos, variando las aplicaciones de acuerdo al tipo de cultivo, de 2 a 4 aplicaciones de insecticidas en maíz y pepino, de 18 a 25 en tabaco y de 30 a 32 en tomate y chile pimiento.

El control de malezas se efectúa de manera mecánica, realizando por lo general tres limpiezas durante el ciclo del cultivo, y para el riego se reporta una frecuencia de cinco a ocho días, siendo más generalizados, los riegos cada ocho días. Para la producción en tabaco y maíz, se tienen valores de productividad relativamente más altos que los de la media nacional, pero para tomate y chile pimiento la productividad ha descendido drásticamente en los últimos años debido a la alta incidencia de plagas y enfermedades.

La producción se destina a la venta que se comercializa a través de intermediarios en el mercado de la Terminal zona 4 de la Ciudad de Guatemala. Solo el tabaco es captado totalmente por las empresas tabacaleras que industrializan y exportan el producto.

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO

Un sistema de riego típico en la cuenca del río Hato es básicamente

un canal abierto sin ningún revestimiento que se deriva directamente de las corrientes de los ríos Aguahíel, Hato y Timiluya, a través de estructuras de piedras sueltas; un caudal que conduce y distribuye por gravedad a una o varias unidades de producción. Cada derivación constituye un sistema de riego independiente y localmente se le denomina "toma de riego". En el área de estudio existen aproximadamente 42 tomas de riego.

El método de riego es por gravedad, distribuyendo el agua en los suelos en surcos en el sistema de cultivos anuales y sobre toda la superficie en los sistemas de caña de azúcar y huertos de árboles frutales. El tiempo de riego es básicamente el que tarda el frente de mojado en llegar al extremo opuesto de los surcos o de la unidad productora, sin que haya diferencias entre caudal inicial y final, siendo prácticamente el mismo. Tampoco se aplican láminas de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, realizando los riegos a intervalos fijos 5 a 15 días dependiendo del sistema de cultivo que se trate.

La mayoría de los sistemas de riego carecen de administración del agua, no existiendo reglamentos ni personas encargadas de normalizar la forma de entrega de agua a los usuarios, las frecuencias y tiempos de riego. La toma de riego "Analco" en el río Hato y todos los sistemas de riego que derivan su caudal del río Aguahíel, tienen durante la época seca cierto tipo de administración; en estos sistemas se permite que durante la época lluviosa y hasta diciembre se utilice el agua según criterio de cada productor, pero en enero se nombra un Juez de Agua que tiene a su cargo la distribución de turnos de riego, y es el que decide cuando regar, lo cual realiza siguiendo su propio criterio de la mayor o menor necesidad de riego que presenta un cultivo; no se basa en un ordenamiento físico de las unidades productivas en cada sistema de riego ni en ningún reglamento que permita la distribución equitativa del recurso agua.

SUELOS DEL AREA IRRIGADA

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

La mayoría de suelos del área irrigada se ubican en terrazas, formadas por la acumulación de partículas de suelo transportadas por el agua y acumuladas en el valle intermontano que forma la depresión de los ríos Hato, Aguahíel y Timiluya. Resultando en suelos que presentan una superficie casi plana y una profundidad mayor de 0.9 m.

En términos generales son suelos de textura franca, variando de franco arenosos a franco arcillo arenosos con altos porcentajes de partículas de arena que en algunos suelos llega hasta 69.8%; de estructura granular fina a muy fina débilmente desarrollada y de consistencia friable a muy friable en húmedo.

Los suelos de la parte alta del área irrigada (Chanrayo y Timiluya) que se utilizan para huertos de árboles frutales y caña de azúcar; presentan los mayores contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial (6.46 a 8.26%), la mayor capacidad de intercambio catiónico (34.34 a 40.5), la menor saturación de bases (44.58 a 62.16% y menores valores de pH (6.6 a 6.9) respecto a los suelos de la parte baja y media que presentan valores de pH 7.7 a 7.9 y además un contenido de materia orgánica de 1.52 a 3.33, poseen por lo tanto menor proporción de coloides orgánicos que los suelos de la parte alta, lo que se refleja en bajos valores de CIC (12.74 a 25.8) y una elevada saturación de bases (81.3 a más de 100%).

USO ACTUAL DE LOS SUELOS:

El cuadro siguiente muestra los principales usos a los que se dedican actualmente los suelos del área irrigada y su cuantificación por unidades de uso que generalmente corresponden a los diferentes sistemas de cultivos antes descritos.

CUADRO 1. Cuantificación del uso de la tierra en el área irrigada.

USO ACTUAL DEL SUELO	AREA (Ha)	AREA (%)
HUERTOS DE ARBOLES	246.94	44.96
FRUTALES	124.52	22.67
CULTIVOS ANUALES	102.63	18.69
CAÑA DE AZUCAR	9.84	1.79
PASTOS	65.33	11.89
CAUCE		

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS:

Se identificaron seis clases de capacidad de uso de los suelos en el área irrigada, observándose que la mayoría (74.78% de los suelos) pertenecen a la clases agrológicas I y II, que pueden ser utilizadas intensivamente para fines agrícolas con bajo riesgo de pérdida o degradación. El resto de los suelos pertenecen a las clases III, IV, V, y VI y subclase e, por el riesgo de erosión que presentan y se ubican en las partes altas de las tres subcuencas que forman el área irrigada.

CUADRO 2. Area que cubren las diferentes clases de capacidad de uso de los suelos, en el área irrigada.

USO ACTUAL DEL SUELO	AREA (Ha)	AREA (%)
I	279.47	50.88
II	131.24	23.90
IIIe	19.15	3.49
IVe	62.69	11.41
Ve	19.79	3.60
VIe	36.92	6.72

Los cultivos anuales se encuentran principalmente en suelos clase I, II y IIIe que son apropiados para este tipos de agricultura, aún cuando los suelos clase IIIe requieran cierto tipo de prácticas de conservación que en la actualidad no se realizan; además casi el 50% de los suelos clase I y II, se utilizan para huertos de árboles frutales, sistema al que no se le conoce su eficiencia productiva ni económica. Los suelos clase IVe, Ve y VIe se dedican al cultivo de la caña de azúcar y huertos frutales que generalmente proporcionan una adecuada cobertura y estabilidad a estos suelos con altos riesgos de erosión hídrica.

VEGETACION DEL AREA IRRIGADA

VEGETACION EN HUERTOS DE ARBOLES FRUTALES

Las especies arbóreas dominantes para todos los huertos del área son *Manilkara achras* que es más frecuente y de mayor densidad en los huertos de la parte baja y media del área irrigada; *Pouteria mammosa*, que es dominante en la parte alta y está presente en todas las comunidades vegetales estudiadas ; *Mangifera indica*, que se encuentra como la tercer especie en importancia , y *Citrus sinensis* que es característica de los huertos de la parte media y alta del área irrigada. En el estrato arbustivo de las especies dominantes en la parte baja y media son *Coffea arabica* y regeneración de árboles de *M. achras*, *Mangifera indica* y *Citrus sp.* En la parte alta el estrato arbustivo está caracterizado por un denso cultivo de pacaya *Chamaedorea sp.* Para el estrato herbáceo, las especies más importantes para todos los huertos son *Philodendron guttiferum* y *Xanthosoma robustum*, y las especies arbóreas más frecuentes en este estrato son *Sabal sp.*, *Manilkara achras*, *Mangifera indica*, *Pouteria mammosa*, *Licania platypus* y *Eugenia jambos*.

Cuadro 3. Valor de importancia de las especies arboreas presentes en los huertos frutales de area irrigada.

ESTRATO HERBACEO (Comunidades de Chanrayo y Timiluya).

ESPECIE	PARTE BAJA		PARTE MEDIA		PARTE ALTA	
	Hato Abajo	Aguahiel	El Vado	EL Jute	Chan Rayo	Timiluya
Pouteria mammosa L.	99.55	83.92	63.1	9.1	105.43	181.60
Manilkara achras	147.23	120.33	185.3	108.1	34.84	---
Mangifera indica	36.53	65.78	40.7	84.2	22.70	31.69
Citrus sinensis	---	---	10.4	20.3	32.69	43.43
Inga paterno	12.87	---	---	---	6.44	11.23
Tamarindus indicus	11.82	---	---	---	---	---
Mammea americana	---	19.95	---	---	6.24	---
Persea americana	---	10.82	---	---	---	---
Bixa orellana	---	---	---	8.3	---	---
Licania platypus	---	---	---	---	25.30	---
Persea schiedeana	---	---	---	---	25.04	10.67
Theobroma bicolor	---	---	---	---	12.80	10.45
Castilloa elastica	---	---	---	---	7.44	---
Eugenia jambos	---	---	---	---	6.84	---
Genipa sp.	---	---	---	---	---	10.93
Santhoxilon sp.	---	---	---	---	10.24	---

Cuadro 4. Valores de importancia de las especies arbustivas y arboreas que compitan en el estrato arbustivo de los huertos frutales del area irrigada.

ESPECIE	PARTE BAJA	PARTE MEDIA	PARTE ALTA
Coffea arabica	62.28	87.7	30.14
Chamaedorea sp.	33.94	---	124.48
Musa sapientum	---	38.1	10.80
Mangifera indica	18.00	12.1	---
Manilkara achras	49.78	---	---
Citrus limon	---	25.4	---
Theobroma cacao	---	---	18.34
Sabal sp.	18.00	---	---
Citrus sinensis	---	---	16.24
Bixa orellana	---	12.7	---
Cocus nucifera	---	12.7	---
Musa paradisiaca	---	12.6	---
Pouteria mammosa	9.00	---	---
Annona muricata	9.00	---	---

CUADRO 5. Índice de predominio (C) e índice de la diversidad general de Shannon (H), para el estrato arbóreo de los huertos frutales.

COMUNIDAD VEGETAL	C	H
Hato Abajo	0.39	1.21
Aguahiel	0.29	1.34
El Vado	0.44	1.01
El Jute	0.28	1.35
Chanrayo	0.18	2.11
Timiluya	0.40	1.29

VEGETACION EN CULTIVOS ANUALES

Las especies cultivadas *Zea mays*, *Nicotiana tabacum*, *Lycopersicon esculentum*, *Capsicum sp.* y *Cucumis sativus*, se establecen en unidades productivas donde generalmente existen árboles dispersos que en su mayoría son de palma *Sabal sp.*, pudiéndose encontrar con menor frecuencia y densidad árboles de *Manilkara achras*, *Mangifera indica* y *Anacardium occidentale*. Las malezas arvenses más frecuentes en el área irrigada son: *Cynodon dactylon*, *Ixophorus unisetus*, *Portulaca oleracea*, *Cyperus rotundus* y *Melampodium sp.*

VEGETACION EN LAS RIBERAS DE LOS RIOS:

En las riberas de los ríos que drenan la cuenca del río Hato existe una vegetación arbórea en estado natural compuesta principalmente por las especies siguientes: *Alvaradoa amorphoides*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Eritrina sp.*, *Hymenaea courbaril*, *Roupala borealis*, *Cordia dentata*, *Inga sp.*, *Annona sp.*, *Ficus glaucescens*, *Talisia olivaeformis*, *Hura polyandra*, *Cecropia peltata*, *Eugenia jambos*, *Licania platypus*, *Mangifera indica*, *Psidium guajaba*, *Ceiba pentandra* y *Aldea Piedras Bonitasithecolobium dulce*.

CUADRO 6. Valores de importancia de las malezas presentes por cultivo anual, en el área irrigada.

ESPECIE	PARTE BAJA				PARTE MEDIA		
	MAIZ	TABACO	TOMATE	CHILE	MAIZ	TABACO	PEPINO
Cynodon dactylon Pers	31.5	55.8	51.7	53.24	36.8	24.41	44.67
Ixophorus unisetus	36.7	17.7	--	30.74	21.5	23.51	22.90
Portulaca oleracea	--	47.5	8.0	44.84	7.8	--	27.07
Cyperus rotundus	--	19.2	99.1	8.15	--	4.41	5.76
Melampodium sp.	50.8	--	--	--	65.4	53.01	28.50
Amaranthus spinosus	--	32.2	17.3	40.24	--	--	16.33
Paspalum sp.	--	27.6	--	--	12.0	31.81	4.97
Eleusine indica	--	--	--	10/99	13.7	21.21	13.93
Euphorbia hypersifolia	15.3	--	--	6.65	--	8.81	19.70
Sida rhombifolia	--	--	8.0	5.15	--	5.11	--
Bidens scuarrosa	22.22	--	--	--	17.8	--	--
Baltimora recta L.	42.9	--	--	--	--	--	--
Oxalis neaci	10.6	--	--	--	--	--	--
Hippobroma longiflora L.	--	--	--	--	--	14.51	--
Phyllanthus sp.	--	--	--	--	--	13.21	--
Cassia occidentalis	--	--	15.9	--	--	--	--
Cynodon plectostachyus	--	--	--	--	--	--	16.17

ANALISIS DEL SISTEMA PRODUCTIVO AGRICOLA

Suelos aluviales con características físicas adecuadas para el desarrollo vegetal y factible de mejorarlas mediante la adicción de materia orgánica y fertilizantes químicos, altas temperaturas, alta luminosidad y la posibilidad de suplir los requerimientos de humedad de las plantas en cualquier época del año mediante el riego, constituyen un medio físico con alto potencial productivo.

Sin embargo el desarrollo histórico de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción en el área, provocan que las unidades productoras se trabajen bajo un sistema mercantil simple, en el cual las pequeñas propiedades se cultivan en gran proporción con fuerza de trabajo familiar, haciendo uso de pocos adelantos tecnológicos y destinando la producción a la venta.

Los productores del área irrigada presentan bajos grados de escolaridad, y no han tenido acceso a la educación agrícola que les permita manejar eficientemente sus unidades productivas, por lo que la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales y humanos se basa en los conocimientos empíricos transmitidos de generación en generación; además, el tamaño de las unidades productivas no permite obtener individualmente ingresos que puedan generar capacidad económica para invertir en mejoras tecnológicas. Lo anterior causa que no se aproveche al máximo el potencial productivo que tanto ambiental como genéticamente posee el área irrigada.

CONCLUSIONES

1. Se denomina "área irrigada" en la cuenca del río Hato, a una estrecha faja de tierras regables en las riberas de los ríos Hato, Aguahíel y Timiluya, que se inicia en la desembocadura del Hato sobre el río Motagua a 260 msnm y se prolonga por más de 12 kilómetros hasta las comunidades de Ixcanal, Timiluya y Chanrayo a 660 msnm; incluyendo el cauce de los ríos y que cubre una superficie aproximada de 549,26 hectáreas.

2 El riego es la práctica que caracteriza los sistemas productivos bajo estudio, se realiza a través de pequeños sistemas de riego que derivan sus caudales directamente de las corrientes de los ríos y los conducen y distribuyen por gravedad. En la mayoría de los casos existe un sobre uso del recurso agua, debido en gran parte a la carencia de administración, falta de reglamentos y a que en la aplicación del riego no se consideran las características de los suelos ni las necesidades de humedad de las plantas.

3 Existe subutilización del recurso suelo, al desarrollarse una agricultura poco intensiva en los suelos que en su mayoría (74.78%) pertenecen a las clases de capacidad I y II; así como un uso inadecuado de los suelos clase IIIe que se dedican a cultivos anuales sin ningún tipo de control de la erosión. Por otro lado se considera que el uso de sistemas productivos como caña de azúcar y huertos de árboles frutales en suelos de clase IVe, Ve y VIe, es adecuado por cuanto brindan protección al

suelo del efecto erosivo del agua, a la vez que generan ingresos económicos y requieren bajas inversiones de capital.

4 En el área irrigada se identificó una diversidad vegetal total de 48 especies arbóreas y arbustivas y 28 especies herbáceas. Los huertos de árboles frutales presentan una composición vegetal de pocas especies arbóreas (cuatro a cinco especies en la parte baja y media del área y de siete a doce en la parte alta), siendo dominantes *Manilkara achras*, *Pouteria mammosa* y *Mangifera indica*. Los cultivos anuales y la caña de azúcar generalmente se asocian con árboles de palma *Sabal sp.* Entre las principales malezas arvenses están *Cynodon dactylon*, *Ixophorus unisetus*, *Melampodium sp.*, *Portulaca oleracea* y *Cyperus rotundus*.

BIBLIOGRAFIA

CORTEZ Y LARRAZ, P. 1958. Descripción geográfico-moral de la Diócesis de Goathemala (1768-1770). Guatemala, Biblioteca Goathemala de la Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala. 287p.

HOLDRIDGE, L.R. 1962 Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Adaptado para Guatemala por J.R. de la Cruz S. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

RODRIGUEZ BRACAMONTE, F. 1981 Análisis florístico y estructural de las comunidades vegetales del Biotopo La Avellana Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía 169p.

SALAY G. et. al. 1989 Caracterización de los recursos naturales renovables de la cuenca del río Hato, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Trabajo del curso de Sistemas de Cultivos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 254 p. Centro de Documentación Agrícola de la Facultad de Agronomía (CEDIA).

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas;
Sector Agrícola. Colección de Textos Económicos No. 7. p. 1983.

SIMMONS, CH., TARANO, J.M. & PINTO, J.H. 1959. Clasificación
de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad.
Pedro Tirano Sulsona. Guatemala; Editorial José de Pineda Ibarra. 1,000
p.

STANDLEY, P & STEYERMARK, J. 1958 Flora of Guatemala; Fieldana;
Botany: (USA Chicago) Natural History Museum. USA, Chicago.

APENDICE

NOMBRES COMUNES Y TECNICOS DE LAS ESPECIES ARBOREAS

NOMBRE TECNICO

NOMBRE COMUN

<i>Anacardium occidentale</i>	Jocote-Marañón
<i>Annona muricata</i>	Anona
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Plumajillo
<i>Bixa orellana</i>	Achiote
<i>Castilloa elastica</i>	Palo de hule
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja
<i>Citrus limón</i>	Limón
<i>Cordia dentata</i>	Upay
<i>Cofea arabic</i>	Café
<i>Chamaedorea sp.</i>	Pacaya
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Plumajillo
<i>Eritrina sp.</i>	Palo de Pito
<i>Eugenia jambos</i>	Eugenia
<i>Ficus glaucescens</i>	Amatillo
<i>Genipa sp.</i>	Irayol
<i>Himenea courbaril</i>	Guapinol
<i>Inga paterno</i>	Paterna
<i>Licania platypus</i>	Sunzo
<i>Mamea americana</i>	Mamey
<i>Manilkara achras</i>	Chico zapote
<i>Manguifera indica</i>	Mango
<i>Musa sapientum</i>	Platano
<i>Musa paradisiaca</i>	Banano
<i>Persea americana</i>	Aguacate
<i>Persea sheidiana</i>	Shucte
<i>Pisum guajaba</i>	Guayaba
<i>Pouteria mamosa</i>	Zapote
<i>Talisa olivaeformis</i>	Jurgay
<i>Tamarindus indicus</i>	Tamarindo
<i>Theobroma angustifolia</i>	Cacao de Costa Rica
<i>Theobroma bicolor</i>	Pataxte
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao
<i>Sabal sp.</i>	Palmo.

ESPECIES HERBACEAS

NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMUN
<i>Amaranthus spinosus</i>	Bledo macho
<i>Bidens squarrosa</i>	Mozote
<i>Cassia occidentalis</i>	Frijolillo
<i>Cynodon dactilon Pers</i>	Bermuda
<i>Cynodon pectostachyus</i>	Estrella africana
<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo
<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina
<i>Euphorbia hipersifolia</i>	Golondrina
<i>Hippobroma longiflora L.</i>	Flor de San Juan
<i>Ixoforus unisetus</i>	Mezmet
<i>Melanpodium sp.</i>	Flor amarilla
<i>Oxalis neaei</i>	Vinagrillo
<i>Paspalum sp.</i>	Gramma
<i>Portulaca oleracea</i>	Berdolaga
<i>Phylantus sp.</i>	Grosella
<i>Sida rhombifolia</i>	Escobillo.

BIOLOGIA

MEIOSIS EN PEPINO DULCE (*Solanum muricatum* Aiton)

Cesar A. Azurdia*

INTRODUCCION

El pepino dulce es una Solanaceae ampliamente distribuida en la región Andina en donde sus frutos son consumidos a manera de verdura. Esta especie es cultivada en los países Centroamericanos, en donde el germoplasma de pepino muestra menos variabilidad genética que la presente en su centro de origen, la zona Andina. Se considera que el pepino arribó a la América Central en tiempos precolombinos (McBryde, 1945).

El pepino pertenece al género *Solanum*, sección *Basarthrum* y serie *muricata*. Esta sección es de interés desde el punto de vista de la sistemática, ya que esta es la sección mas cercana emparentada a la sección *potato*, esta última integrada por las especies de importancia económica que producen tubérculos. Además, el pepino es un vegetal importante como alternativa en alimentación humana, por lo que se considera necesario realizar investigación básica en este germoplasma. De acuerdo con el National Research Council (1989), el pepino es una fuente de vitamina C (cerca de 35 mg por cada 100 gramos) casi similar a los cítricos. Además aporta pequeñas cantidades de vitamina A y carbohidratos. Recientemente en lugares como Chile, Nueva Zelandia y California, el pepino dulce se está cultivando bajo condiciones de alta tecnología. Como resultado de esto, el mercado internacional para esta fruta se ha expandido considerablemente. Los frutos han sido introducidos exitosamente en gran escala a los mercados de Europa, Japón y los Estados Unidos.

* Ph. D. en Genética. Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Es conocido que el pepino produce frutos tanto con semillas como sin semillas y se cree que esta especie es autocompatible, así como que es capaz de producir frutos partenocárpos. Un primer acercamiento al conocimiento de su biología reproductiva es el estudio de los mecanismos de formación del grano de polén. La citología del pepino es poco conocida y existen muy pocas referencias acerca de este tópico. Por ejemplo, Anderson (1979) dice que nuestro conocimiento acerca del proceso de la diferenciación del genoma en pepino dulce está apenas en su "infancia". Referencias adicionales mencionan la necesidad de desarrollar un estudio citológico completo del pepino (Anderson y Hensel, 1976; Anderson, 1979; Heiser, 1964). El presente documento reporta algunas características del proceso de meiosis en el pepino.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el año 1992 en el laboratorio de citogenética de plantas hortícolas, así como en los campos del departamento de hortalizas de la Universidad de California en Davis. Se obtuvieron yemas florales de las variedades 82s219 y 882-1. Estas se cortaron a las 8 a.m. y 5 p.m. y fueron fijadas en una solución de ácido acético y alcohol (1:2), luego fueron almacenadas en una solución de alcohol al 70% y puestas bajo refrigeración a 3-5 grados centígrados. Los procesos meióticos fueron estudiados siguiendo la metodología denominada de "squash" y la tinción usada fue en base a acetocarmín. Las preparaciones fueron observadas usando un microscopio de luz.

Resultado y discusión

Solanum muricatum es una especie diploide con un $n=12$ cromosomas al igual que todos los miembros de la sección *Basarthurum*. El proceso de meiosis puede estudiarse en una forma relativamente fácil ya que los cromosomas se pueden distinguir y contar claramente en los estados de diacinesis y anafase I y II. Sin embargo la indentificación de los cromosomas en paquiteno así como el estudio de la formación de quiasmas

es mas dificil debido a que en el estado tetravalente los cromosomas no se definen claramente. Resultados similares han sido reportados por Nannetti (1912) quien menciona que la fase sináptica parece ser normal aunque el material es inapropiado para esta clase de estudios. Asi mismo, Heiser (1964) indica que el proceso de meiosis parcer ser normal formandose 12 bivalentes en el estado de diacinesis. Adicionalmente, Anderson (1979) menciona que la sección *Basarthrum* muestra relativamente buen apareamiento de cromosomas y que no existe evidencia notable de intercambio genético. En la fase de diacinesis y metafase I los cromosomas son pequeños y de forma de una coma o redondeados.

La metafase I es dificil de distinguir debido a que la placa ecuatorial no se muestra claramente definida. En general podemos decir que se pueden observar 12 bivalentes distribuidos formando una especie de anillo. Es posible que esta fase se haya desarrollado en un corto plazo ya que en la preparación hecha se pudo observar abundantes células en estado de diacinesis asi como células en estado de anafase I. Los siguientes estados de la meiosis I se desarrollan normalmente. Una observación que es importante mencionar es que en las yemas florales colectadas a las 8:a.m. fue posible la identificación de meiosis I y meiosis II, sin embargo en las flores cortadas a las 5p.m. se pudo observar solamente fases avanzadas de la meiosis II y granos de polén. Estos resultados son similares a los reportados por Anderson (1976) quien indica que en la mayoría de especies pertenecientes a la sección *Basarthrum*, la meiosis ocurre temprano por las mañanas.

Las fases de la meiosis II se desarrollan normalmente, sin embargo, nuevamente es dificil identificar metafase II debido a que los pequeños cromosomas están en la placa ecuatorial a manera de un anillo abierto en lugar de en la típica secuencia linear. El grano de polen es tricolpado con una forma triangular convexo en vista polar y endoaperturado ligeramente protundente en vista ecuatorial. Anderson y Hensel (1976) mencionan que la morfología del grano de polen es la sección *Basarthrum* no es bien conocida de tal manera que no existe ninguna evidencia paralela útil para definir similitudes entre morfología del grano de polen y características del

cariotipo.

De acuerdo a Heiser (1964), la formación de frutos así como la esterilidad del grano de polen en *S. muricatum* son aspectos que requieren ser estudiados en mayor detalle. En el presente estudio fue posible determinar que más del 85% de los granos de polen fueron teñidos por el colorante acetocarmin, lo que significa que eran viables, sin embargo, fueron visibles algunos pocos granos de polen degenerados. Anderson (1976) indica que en los referente a capacidad de cruzamiento y barreras reproductivas, casi todas las especies de la sección *Basarthrum* a la fecha estudiadas parecen estar aisladas por prefertilización o por barreras en el desarrollo de las semillas. Debido a que se carece de evidencia citológica que responda al porqué los granos de polen no son viables en su totalidad, se considera posible que la baja fertilidad se deba a diferencias genéticas o crípticas. Sin embargo, Nannetti (1912) menciona que la causa probable de la partenocarpia en pepino dulce puede ser debida a dos factores: Primero, algunas veces el tejido esporogénico de la antera toma una apariencia fibrosa ya que las células madres de las microsporas abortan. Segundo, el grano de polen sufre degeneración cuando las tetradas principian a separarse o inmediatamente después de esta fase ya que se da reducción de la célula. Nannetti (1912) agrega que no se sabe exactamente que tejido absorbe el plasma del grano de polen así como que, en las plantas por el estudiadas, la falta de funcionalidad del grano de polen fue la regla. En el presente estudio no se observó anteras con apariencia fibrosa y más del 85% de los granos de polen tenían apariencia de ser fértiles dado que mostraron buena tinción. Sin embargo, en algunas pocas células post-meióticas fue posible observar la presencia de un citoplasma reducido.

Queda claro que aun deben de hacerse más estudios citológicos para clarificar el porqué de la formación de semillas partenocárpicas así como la causa de la falta de viabilidad del grano de polen en el pepino dulce.

Bibliografía Citada

Anderson, G.J. 1976 The variation and evolution of selected species of *Solanum* section *Basarthrum* (Solanaceae) II. Brittonia 29:116-128.

-----1979 Systematic and evolutionary considerations of *Solanum* section *Basarthurum* In J.G. Hawkes & R. N. Lester (Eds). The Biology and Taxonomy of the Solanaceae. Academic Press New York pp. 549-562.

-----and P.G. Hensel 1976 Pollen morphology and the systematics of *Solanum* section *Basarthurum* Pollen et spores, 18: 533-552.

Heiser, B. 1964 Origin and variability of the Pepino (*Solanum muricatum*): a preliminary report. Baileya 12:151-158.

McBryde F.W. 1945 Cultural and historical geography of southwest Guatemala. Smithsonian Institution, Institute of Social Anthropology Publ. no. 4

Nannetti A. 1912 About the probable cause of the parthenocarpy of *Solanum muricatum*. Nuovo Giornale Botanico Italiano. 19 (2)

National Research Council 1989. Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy press, Washington, D.C.

CULTIVO DE TEJIDOS

RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA REGENERACION DE PLANTAS IN VITRO.

Fernando Rodríguez Bracamonte*
Héctor Ramazzini**
Ruperto Fuentes **

INTRODUCCION:

El presente trabajo resume las actividades realizadas durante 1993, en el proyecto de investigación "RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA REGENERACION DE PLANTAS IN VITRO", el cual se realiza dentro del subprograma de Granos Básicos del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y el Programa de Alimentación y Nutrición de la Dirección General de Investigaciones (DIGI) con el cofinanciamiento del Fondo de Investigaciones de la DIGI y del Presupuesto de la Facultad de Agronomía.

Durante la realización del Proyecto se colectaron en el oriente y occidente del país alrededor de 120 entradas de frijol silvestre, criollo, local y mejorado, de las cuales se seleccionaron 32 que fueron trabajadas en el laboratorio de Cultivo de Tejido de la Facultad de Agronomía mediante el uso de explantes de hipocotilo, meristemos y hojas. Con el manejo de las auxinas y citoquininas se logró obtener callos friables que al transferirse a medios de regeneración presentan ciertas rediferenciación celular, como lo son los puntos verdes y producción de raíces. Mediante el uso de meristemos y estacas se logro la regeneración de plantas completas.

* Profesor Investigador de la FAUSAC, Coordinador de la Investigación.

** Ingenieros Agronomos, Investigadores del Proyecto.

JUSTIFICACION:

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) constituye uno de los granos importantes en dieta alimenticia de la población guatemalteca, especialmente la de escasos recursos, por su contribución en el 30% de la ingesta de proteínas. No obstante el origen mesamericano del cultivo, aún no se cuenta con variedades que satisfagan las exigencias de los agricultores y generalmente contienen alrededor de un 20% de proteína, la cual en su mayor parte no es asimilable.

Los avances en la investigación en el cultivo in vitro de otras especies vegetales abre la posibilidades de que esta técnica se incorpore a los programas convencionales de mejoramiento genético y permita mejorar la producción y la calidad de la proteína de frijol.

Los consumidores del grano de frijol somos los llamados a mejorar genéticamente el cultivo, para ello debemos continuar con los estudios básicos, tales como evaluar medios de cultivo para la inducción de callo y regeneración de plantas in vitro y de esta forma poder incluir al frijol en programas de ingeniería genética.

OBJETIVOS

En el presente trabajo se tiene como objeto de estudio la variabilidad genética del frijol existente en el país con el fin de seleccionar, caracterizar y conservar los genotipos que presenten la capacidad de regenerar plantas in vitro, con los siguientes objetivos:

1 Colectar, clasificar y almacenar materiales silvestres y criollos o locales de frijol (*Phaseolus sp*) en el oriente del país.

2 Inducir callos (grupo de células en constante división pero que no presentan una diferenciación) en materiales de frijol definidos de acuerdo a su especie y zona de vida donde fueron colectadas.

3 Regenerar plantas de frijol in vitro a partir de callos.

REVISION BIBLIOGRAFICA

La mayoría de especies de plantas tiene como método de reproducción natural la formación de semillas mediante la fusión de los gametos femenino y masculino (reproducción sexual); dentro de este fenómeno se manifiestan ciertas variaciones como la producción de mebriones apomícticos. En todos los casos el fin primordial es el de perpetuar la especie al transmitir a las generaciones otros casos, las plantas tienen la capacidad de reproducirse asexualmente, por hijuelos, rizomas, estolones, tubérculos y bulbos.

Otro concepto importante de notar es el de TOTIPOTENCIA o sea la capacidad de una célula vegetal (gamética o somática) para generar una planta completa. Se estima que una célula en sus genomas: nuclear, citoplasmático y en los plasmidos tiene toda la información genética para generar una planta completa. Lo anterior permitió generar la hipótesis que si se toma una célula viva (protoplastos) o un grupo de ellas y se colocan en condiciones controladas con minerales (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, etc) en forma de sales, vitaminas, fuentes de energía (glucosa) y un medio de soporte (agar) en condiciones estériles, in vitro, se podría, mediante la modificación de las concentraciones de los regulares de crecimiento (auxinas, citoquinas, giberelinas, etc) controlar el proceso de diferenciación celular y desarrollar raíces, tallos, hojas, flores o frutos partenocarpicos.

Esta técnica se conoce como MICROPROPAGACION, y ha contribuido notablemente al desarrollo tecnológico de la agricultura; básicamente con la micropropagación (multiplicación masiva de plantas), obtención de plantas libres de virus, con el mejoramiento genético de especies y la conservación de germoplasma.

De acuerdo a Villalobos (IICA 1988) el estado fisiológico de la planta madre (fuente del explante) influye en la respuesta del explante al cultivo in vitro, lo que hace inferir que se debe considerar el estado de crecimiento, desarrollo y condición fisiológica en la planta para la obtención del explante. Dependiendo del explante se generará un brote o una masa de células no diferenciadas en constante división a las que se les ha dado el nombre de CALLO. En el primero de los casos se usa como explante una

yema apical o lateral promoviéndose inicialmente la división y rediferenciación celular o sea el crecimiento de brotes. Mediante el uso de las citocininas en forma exógena se elimina la dominancia apical, con lo que se estimulan las yemas secundarias y a su vez las terciarias. En este el número de propagulos por tejidos sembrado tiene como factor limitante el número de yemas preexistentes en el brote. En este sistema la tasa de preexistencias esta limitada por el explante y la habituación de los brotes formados (reducción de la capacidad de respuesta de los brotes in vitro) pero presenta una gran estabilidad genética, ya que se establece una multiplicación clon Ejm. fresa (Villalobos y Pérez, 1979), el clavel (Villalobos y García, 1982) piña, Gipsofilia y otros.

Para la producción de callo generalmente se usan altas concentraciones de auxina y bajas concentraciones de citoquininas en la obscuridad total o con fotoperiodo de 12 horas. Los callos producidos se pueden clasificar en compactos y fiables, estos dependen de la relacional hormonal, del estado de madurez de las células que conforman el explante y del fotoperiodo.

A partir de callos se pueden desarrollar embrioides (embriones no sexuales producidos en condiciones artificiales). La embriogenesis ocurre con altas concentraciones de auxinas; el 2-4D es el mas utilizado. Al establecerse el cultivo in vitro hay una etapa de inducción en la cual no se observa ninguna característica morfogénica; al transferirse a un medio sin auxinas y, en algunos casos con bajas concentraciones de citocininas se desarrollan unos puntos verdes que son zonas preferenciales de diferenciación y la subsecuente diferenciación a embrioides lo que al desarrollarse generan embriones que dan origen a una nueva planta.

Villalobos (IICA 1988) señala que generalmente los embriones adventicios tiene su origen de una sola célula o de un pequeño grupo de ellas; a la vez manifiesta que a través de la embriogenesis somática se puede tener un número ilimitado de plantas al incrementarse las células continuamente en un medio de cultivo en suspensión (liquido). La desventaja de este método es el incremento de la variabilidad como se observa en los trabajos en papaya (Litz, 1982), alfalfa (Dos Santos et. al., 1988).

Liau y Boll (1970) establecieron un medio sólido (MS) para el

cultivo de callos derivados de explantes de raíces, hipocotilos y cotiledones y concluyeron que dichos tejidos tenían una apariencia morfológica similar y presentaron la misma respuesta frente a otros ocurrió entre 8, 12 y 17 días, en el medio sólido MS fue más tardío. Esto no obstante que las divisiones celulares comienzan 24 horas después de la inoulación. En el trabajo de Kerns et. (1985) se indujeron callos, células en suspensión de explantes provenientes de hipocotila y cotiledon, pero hubo marca diferencia morfológica entre algunas variedades.

Chatfield y Armstrong (1985), Liao (1970) y Sharp et. al. (1983) reportaron el uso de hipocotilo para inducción de callo.

Los explantes se inocularon en el medio de Murashigue y Soog, suplentados con compuestos orgánicos. El comportamiento del hipocotilo fue similar al de los explantes de raíz y cotiledon en cuanto a la apariencia morfológica.

Ramos (1992) cultivando hipocotilos provenientes de cinco cultivares de frijol sobre los medios PC-L2, Blaydes, Gamborg et. al. A los diez días los callos se transfirieron a los medios Pc-L2 con mayor contenido de auxina y al medio Blaydes sin hormonas. Los resultados indican que en un mismo medio el índice de crecimiento relativo (ICR) fue diferenciado en cada uno de los cultivares ensayados. Lo que sugiere que el factor genético del cultivar se manifiesta ante determinado medio nutritivo, lo cual puede comprobarse comparadno la respuesta de los genotipos en los demás medios. Probablemente esta respuesta esta condicionada con la actividad especifica de los reguladores ante el determinado genotipo.

Mok y Mok (1970) evaluaron la respuesta genotípica del frih\jol frente a 4 auxinas y 7 genotipos de Phaseolus vulgaris L., Phaesolus Lunatus L. y Phaseolus acutifuliu L. fue usado el medio Murachigue y Skoog. El picloram fue efectivo en promover el crecimiento bien entre 1.25 a 40uM y no hubo diferencia en cuanto al peso en respuesta a varias concentraciones de Picloram. El 2,4 D también incrementó el crecimiento del callo, pero en menor rango de concentraciones (1.25 a 20uM). El ácido naftalenacético en concentraciones relativamente ltas (10 a 40 uM) indujo el crecimiento del callo. El ácido indol-3 acético no fue efectivo en soportar el crecimiento del callo, el cual fue de color café, en cada período de cultivo; al llegar a las 3 semanas el calle se puso necrótico completamente.

Crepy et. al. (1986) estudiaron el comportamiento de callos en 2

medios basales (BSB Y MS). Cuando los callos fueron transferidos al medio solido BSB, después de tres semanas ocurrió un incremento en la masa de células. Al inicio el callo era de color café, pero por último se necrosó totalmente. En el segundo medio (MS) con adiciones de agua de coco, 2,4-D (0.05mg/1), ácido naftalenacético (0.10 mg/1) y Bencil adenina (0.5 mg/1), los callos permanecieron verdes durante 6 semanas y no presentaron necrosis. La presencia del 2,4-D determinó la sobrevivencia de los callos.

Los callos producidos por Crocromo et. al. (1975) fueron iguales en su crecimiento frente a varias concentraciones de sucrosa, pero la presencia de la caseína hidrolizada pareció ser necesaria para que ocurriera el crecimiento del callo, mientras que la presencia de 2-4-D produjo mucho crecimiento de los callos.

Ruiz y Pelaez (1986) estudiaron la formación de callos en explantes de meristemo, epicotilo, catáfila e hipocotilo de *Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus coccineus* L. Todos los cultivares y explantes formaron callos eficientemente en el medio con 2,4-D, los cuales fueron los más grandes, pero en *Phaseolus vulgaris* L. fueron relativamente pequeños. En cambio con el ácido naftalenacético y bencil adenina se produjeron callos más frecuentemente. El hipocotilo produjo callos más grandes.

Muñoz (1989) y Sharp et.al. (1983) manifiestan que son muchos los reportes sobre la dificultad de regenerar plantas a partir de callos utilizando genotipos cultivados en *Phaseolus vulgaris* L.

Crocromo et. al. (1975) cultivaron explantes de hojas en el medio MS con adición del ácido indolacético (11.2 uM), ácido 1/4 de extracto de semilla de defrijol por litro, logrando regenerar dos plantas de 9 cultivares experimentados de *Phaseolus Vulgaris* L. En los otros ensayos cuando se adicionó el extracto de 1/4 de semilla de frijol que notable el incremento del callo y la morfogénesis de raíz.

Angilini y Allavena (1989) hicieron estudios en la regeneración de plantas usando explantes de cotiledones inmaduros de frijol (*Phaseolus coccineus* L.) cultivados en experimentos previos por micropropagación, el 37.5 por ciento fue observado en el medio MURachi más 2-isopentil adenina (10 mg/1) y ácido 2-naftoxiacético (NOA) (0.05 mg/1), de acuerdo con los resultados obtenidos que confirme el potencial morfogénico de

los coiledones inmaduros de *Phaseolus coccineus* L.

La regeneración de brotes fue observado por Ruiz y Pelaez (1986) en los medios L4, L7 y MS5 más ácido indolacético (2.25 mg/l) y ácido naftaslenacético (0.18 mg/l), derivados de 3 explantes de frijol (meristemas, hipocotilo y embriones) de *Phaseolus vulgaris* L.

Muñoz (1989) logró la regeneración de platas completas en otras leguminosas, en materiales silvestres de frijol *Phaseolus neglectus* L., *scarabellus* L., *P. santotrichus*, *P. Pedecillatus* y *P. glaucocarpus* L., mediante el uso de callos originados del nudo cotiledonar cultivados sobre la mitad de las sales de Murshigue y Skoog más ácido indolacético (para inducir callo).

Luego regeneró sobre el medio Gamborg más ácido indolacético, ácido giberélico y bencil aminopurina. Esto indica que la regeneración de plantas está influenciada por el genotipo, la clase de tejido usado como explante y el medio de cultivo.

MacClean y Grafton (1988) desarrollaron plantas de frijol usando el tejido del nudo cotiledonar, germinados en el medio de Murashigue y Skoog más 0.5 uM de benciladenina.

Rublo y Kartha (1985) y Muñoz (1989) obtuvieron múltiples retoños a partir de meristemas de frijol en el medio de Murashigue y Skoog más 10 uM de bencil adenina. Con ANA se obtuvieron menos número de plántulas.

Martínez y Sondalh (1984) tomaron inóculos de 33 cultivares y los establecieron sobre el medio Gamborg más benciladenina (0.5 uM). Los cultivos produjeron callo, raíces y retoños adventicios de acuerdo el genotipo.

Rublo y Kartha (1985) evaluaron la respuesta morfogénica de meristemas apicales de 3 especies de *Phaseolus*. Los meristemas de *Phaseolus vulgaris* L., exhibieron la mejor respuesta en términos de regeneración de brotes cuando se cultivó en el medio MS con bencil adenina (10 uM) y ácido indolacético o ácido indolbutírico en la misma concentración.

Alvarado (1992) evaluó explantes de raíz de una variedad de frijol en dos medios basales (Murashigue y Skoog, y White) y siete combinaciones hormonales (2,4-D y ANA), que variaron entre 0 y 3 mg/l. Todos los tratamientos produjeron callos, y no hubo regeneración de plantas de frijol.

Ramazzini (1992) evaluó el medio MSy 3 auxinas (ANA, 2,4-D y AIA), utilizando 4 explantes diferentes de una variedad de frijol. Además cultivo células en suspensión del mismo cultivar. En este estudio únicamente se produjeron callos.

METODOLOGIA:

1 Actividades de Colecta

1.1. Prospección:

Esta actividad permitió definir mediante el uso de mapas y revisión bibliográfica los lugares de colecta considerando las zonas de vida del cultivo, así como áreas geográficas y políticas.

1.2. Viajes de colecta:

De acuerdo a los trabajos de prospección se realizaron ocho viajes de colecta; cinco al altiplano central (Chimaltenango, Sacatepéquez y Quiché), dos a San Marcos y tres al oriente (Jutiapa y Chiquimula).

1.3. Codificación:

Cada una de las entradas fue codificada con fines de indentificación y la semilla dividida en tres grupos, a indentificación a saber: a) multiplicación en campo b) conservación en banco de semillas y c) al laboratorio de cultivo de tejidos. La semilla para multiplicación en el campo se almacenó en bolsas de papel a temperatura y humedad ambiente. La semilla que se destinó al Banco de Germoplasma se almacenó con una humedad de aproximadamente 5-6% y una temperatura de -5°C en bolsas de aluminio cerrada al vacío.

2 Metodología empleada en el laboratorio de cultivo de tejidos.

2.1. Obtención del explante:

Los explantes se obtuvieron de hipocotilo, meristemas, hojas y raíces.

Para los explantes de hipocotilo y raíces se hizo germinar la semilla en condiciones estériles, como sigue:

a) Preparación del medio de Germinación:

En erlenmeyers de 250 ml. se agregaron 50ml. de una solución de agar al 0.7% para luego esterilizarlos en autoclave a 120grados centígrados y 20 p.s.i. por un tiempo de 25 minutos.

b. Desinfección de las semillas:

Las semillas fueron desinfectadas con una solución de Hipocloritode Sodio al 0.75% en agua destilada en agitación constante, durante 15 minutos y posteriormente lavadas tres veces sucesivas con agua destilada y esterilizada.

c. Siembra de las Semillas e incubación:

Las semillas desinfectadas se colocaron dentro de los erlenmeyers sobre la solución de agar, luego los erlenmeyers se colocaron en condiciones de luz constante y temperaturas aproximada de 24°C.

El tiempo de germinación de la semilla y desarrollo de la plántula varió de acuerdo al material. Cuando se consideraba que el hipocotilo y epicotilo ya que tenían un tamaño ideal para ser sembrados se realizaba la siembra del explante en el medio para la fase de formación de callo.

2.2 Formación de callo

El callo consiste en un grupo de células que se encuentran en constante división celular pero no se da una diferenciación en órganos vegetales a menos que se induzca artificialmente o bien se encuentre el estímulo para la diferenciación celular en el explante.

a. Preparación del medio de cultivo:

Se evaluaron los medios de cultivo de Gamborg, N6, White y MS (Murashige y Skoog solido), con varias combinaciones de reguladores de crecimiento.

b. Simbra de los explantes e incubación

El hipocotilo y las hojas seleccionadas se colocaron en los frascos preparados con medio de los cultivo.

Estos explantes se incubaron durante 15 días con luz constante y temperaturas aproximada de 24°C.

c. Fase de lavado

En los medios de cultivo en donde se uso 2,4-D por ser este una auxina muy potente, altamente eficaz en la inducción de callo, pero que en exceso provoca que las células posteriormente tengan dificultad en su crecimiento y especialmente en sus rediferenciación a nivel de callo para formar órganos o la planta completa. En esta fase se dejó durante 15 días en los medios de cultivo sólidos en ausencia de 2,4-D ayudando así a eliminar del callo el contenido de 2,4-D, muy difícil de degradar por el sistema enzimático celular.

2.3 Regeneración de Plantas:

Para promover la rediferenciación de las células a partir de los callos, éstos se seccionaron y sembraron en diferentes medios de cultivos. Se utilizó principalmente MS (Murashige y Skoog) con sus variaciones: reducción de macronutrientes, micronutrientes, quelatos, auxinas citoquininas y compuestos orgánicos (agua de coco, caseína, jugo de manzana).

2.4. Aclimatización de plantas:

Esta fase se realizó con materiales que a partir de meristemas desarrollaron raíces y brotes. Se colocaron en un invernadero improvisado para controlar el ambiente en sus primeras etapas de crecimiento y posteriormente se trasladaron al campo.

5 Variables generales:

1 Formación de callo

- Si el material de frijol forma callo o no
- Tipo de callo
 - Color
 - Consistencia: friable o duro.

2 Regeneración de plantas:

- Si hay regeneración o no a partir del callo
- Peso de raíces

- Peso de tallo y hojas
- Apariencia física de la planta

6 Análisis de los datos:

Este es un trabajo que como fin último tiene la regeneración de plantas de frijol in vitro y la caracterización de los mismos; por lo que el único análisis de los datos es describir las características de las plantas regeneradas y de los materiales que regeneraron plantas.

RESULTADOS Y DISCUSION:

Durante el primer año (1993) se evaluaron los siguientes factores: materiales de frijol, explantes, medios básicos de cultivo y suplementos nutritivos, así como concentración y combinación de reguladores de crecimiento. Para cada uno de estos factores se pueden tener varios niveles, originando un gran número de posibles combinaciones, y con base a los objetivos del trabajo se usó la técnica de triangulación para definir los medios de cultivo para los diferentes explantes. Los resultados obtenidos en casa ensayo se analizaban y servía para replantear constantemente los tratamientos y procedimientos para las pruebas siguientes.

1 Materiales de frijol colectados:

En los departamentos de Jutiapa, Chiquimula, Chimaltenango y San Marcos se realizaron 95 colectas de las cuales, por la variabilidad genética mostrada en la semilla en color y tamaño, se obtuvieron 136 entradas. Cada entrada se dividió en 3 partes. Una para el trabajo en el Laboratorio. otra para almacenarse en el Banco de Germoplasma de la FAUSAC a bajas temperaturas (-5°C) y un tercer grupo para tener semilla para sembrar en el campo.

Es de hacer notar que debido a la fecha de aprobación del proyecto la mayor parte de material colectado fue en terrenos donde se había cosechado frijol y en mercados.

2 Obtención de explantes

Del total de entradas se seleccionaron 32, considerando para ello: especie, zona de vida y cantidad de semilla disponible.

Los explantes de frijol evaluados provienen de los siguientes tejidos vegetales: hipocotilo, meristemo, hoja y raíz. De estos, los explantes de hipocotilo presentaron más puntos verdes y una menor respuesta en su orden la tuvieron explantes de meristemo y hoja. Respuesta semejante a la reportada por Liao (1970), Liao y Boll (1970), Sharp et. al. (1983) y Chartfiel y Armstrong (1985).

En la fase de germinación (en solución agar 0.7%) se observó que la mayoría de materiales germinaron a los 3 días, sin embargo, algunos materiales tardaron 2 meses para germinar, y otros no germinaron. Lo anterior se presenta al trabajar con materiales en diferente grado de mejoramiento genético. (materiales silvestres, criollo y locales de frijol).

3 Medios de cultivo y suplementos nutritivos

1 Formación de callos:

En el primer año (1993) del proyecto se evaluaron los medios de cultivo de GamborgN6 White y MS. Los explantes tuvieron mejor respuesta en MS adicionado con agua de coco. Sin embargo, en el medio gamborg se obtuvieron algunos puntos verde, por lo cual no se puede descartar en la regeneración in vitro de plantas de frijol.

Al medio MS, se le hicieron algunas modificaciones, tales como: el uso de 25, 50, 75 y 100 por ciento de sales básicas y, suplementos con agua de coco, (AC) y vitaminas. Según los resultados, tanto el 50 como el 100% de las sales del MS fueron similares, pues en estos se observaron el mayor número de repeticiones con puntos verdes y raíces.

La adición al medio MS de suplementos como agua de coco (15%), Thiamina HCL (1ppm), 2% sucrosa, pH 5.7 y 0.6% agar; resultó ser el mejor. Además, en estas condiciones los callos de la mayoría de materiales de frijol permanecieron mayor tiempo sin oxidarse, es decir que no se necrosaron antes de los 55 días. Cuando se usó el medio MS sin la adición

de agua de coco, el 3% de sucrosa y 0.8% de agar. algunos callos de frijol se necrosaron a los 25 días.

Posiblemente la prolongación del tiempo de la aparición de necrosis se debió a la cantidad y calidad de nutrientes que contienen el agua de coco (vitaminas, enzimas, etc.), y al bajo porcentaje de sucrosa.

Actualmente se encuentran en observaciones callos de materiales de frijol inoculados en el medio MS, con adición Thiamina y Manitol (2%), mezcla de sucrosa (2%) con Manitol (1%), variación en el valor de pH (5.2 a 5.8) y agar (0.55 a 0.7%). También está en observación el cultivo de células en suspensión con el propósito de ver si los callos de frijol responden a la embriogénesis.

2 Concentración y combinación de reguladores de crecimiento en la fase de regeneración.

Se evaluaron un total de 122 concentraciones y combinaciones de reguladores de crecimiento, de las cuales actualmente el 50% están en observación.

Dentro de las Auxinas, se evaluó el Acido Indol Acético (AIA) en concentraciones que van de 0.10 a 4.0 mg/l, y el Acido Naftalen Acético (ANA) en el rango de 0.10 a 2.0 mg/l. Pudo notarse que al usar mayor cantidad de auxina el callo tiende a crecer en tamaño, presentándose necrosis en un menor tiempo. Esto sucede principalmente al usar el ANA, no así con el AIA, puesto que su efecto y degradación se da con mayor facilidad y en menor tiempo, dificultando la conservación y el manejo del callo. Efecto que fue observado por Mok y Mok (1970).

En relación a las citocininas BAP, KIN y Adenina: se evaluaron concentraciones que variaron de 0.10 a 20 mg/l. También se evaluó la giberelina (Ga3) en concentraciones de 0.25 a 3.0 mg/l. Sucede que altas concentraciones (mayor de 10.0 mg/l) generalmente los callos tienden a morirse, debido a la toxicidad, provocando necrosis (figura 1).

Al igual que Mok y Mok (1970) y Crepy et. al. (1986) se tuvo dificultad en obtener callos que no se necrosaron fácilmente, pero con el uso de agua de coco y citoquininas se logro incrementar el tiempo de

degradación o necrosamiento.

Al usar de 0.10 a 0.75 mg/l de AIA y ANA; 0.10 a 5.0 mg/l de BAP, KIN y Adenina; 0.20 a 2.0mg/l de GA3 en la fase de regeneración in vitro de plantas de frijol se observaron puntos verdes con cierta organización y raíces.

4. Formación de Callos:

En la inducción de callo, 32 materiales respondieron al evaluarlas en el medio MS, adicionado con 0.25 mg/l,2,4-D, y en 0.75 mg/de ANA. De estas dos auxinas el ANA presenta mejores resultados en calidad y cantidad de callos.

Se obtuvieron callos generalmente a los 8 ó 10 días después de la inoculación de los explantes. De 32 materiales de frijol 22 presentaron callo con textura friable (esponjoso), 5 con textura semicompacta y 5 con textura compacta.

Del total de materiales evaluados 13 presentaron puntos verde con cierta organización; además algunos de estos materiales formaron raíces (rhizogénesis). De acuerdo a otros investigadores, la rhizogénesis es lo que más se presenta en el cultivo de callos de frijol, y se debe a que las células responden con mayor facilidad a las auxinas, y que están contenidas tanto en la formación de callo, como en la fase de regeneración de plantas. La mayoría de materiales de frijol que presentaron estas características, son las que tienen textura semicompacta y compacta.

Lo anterior se relaciona con lo observado por Martínez y Sondaih (1984) y Muñoz (1889), quienes indican haber observado una respuesta al medio de cultivo de acuerdo al genotipo.

Los callos que presentaron textura friable presentaron también puntos verdes y raíces, generalmente relacionadas con la especie colectada.

5 Regeneración de plantas:

Los explantes de hipocotilo en medios de cultivos con 0.25 mg/l de 2, 4-D y 0.75 mg/l de ANA formaron callos friables que presentaron ciertas rediferenciación celular al formar puntos verdes y en algunos casos raíces.

Por otra parte los explantes de meristemos y hojas en medios MS con AIA, KINETINA Y IBA desarrollaron callos friables con puntos verdes.

Al evaluar meristemos en el medio MS adicionado con AIA, kinetina, y luego Acido indolbutirico (IBA) se desarrollaron estos produciendo brotes de 5 cm. de alto los cuales formaron callos en su parte basal, los que al dividirse formaron plantas completas. Al igual que Rubio y Kartha (1985) se obtuvieron plantas completas al usar la técnica de micropropagación (microestaca), cuando se inocularon meristemos laterales (nudo de tallo) en el medio MS, suplementado con 1 mg/l de Thiamina HCL.

Estas plantas fueron aclimatadas en un micro invernadero, y posteriormente sembradas en campo definitivo, lográndose su desarrollo

Los resultados señalados al igual que los obtenidos por Rubio y Kartha (1985), Ruiz y Pelaez (1986), Angilini y Allavena (1989) y Muñoz (1989) indican que el frijol tiene la capacidad de regenerar plantas, y la misma de debe evaluar teniendo en cuenta el medio de cultivo base, explante, concentración y combinación de reguladores del crecimiento para las especies de Phaseolus.

CONCLUSIONES

1 No ha sido la regeneración de plantas completas de Phaseolus a partir de callo.

2 Usando meristemos como explantes y técnicas de micropropagación se han regenerado plantas completas. Lo que indica que el frijol tiene la capacidad de regenerar plantas completas.

3 Parece ser que el cultivo de frijol in vitro en la fase de regeneración de plantas, responde a concentraciones que van de 0.10 a 5.0 mg/l de los siguientes reguladores: AIA, BAP, KIN, Adenina y GA3.

4 El AIA presenta menor toxicidad, y se recomienda usarlo dada su efectividad para la inducción de callo en la mayoría de materiales de frijol.

5 Existe una relación entre la producción y tipo de callo, la respuesta a la regeneración in vitro de plantas y la especie de Phaseolus.

BIBLIOGRAFIA.

1. ALVARADO GOMEZ, J. 1992 Evaluación de medios de cultivo para la inducción de callo y regeneración de plantas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Quinack Ché. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.. 80 p.
2. ANGELINI, R.R.; ALLAVENA, A. 1989 Plant regeneration from immature cotyledon explant cultures of bean (*Phaseolus coccineus* L.) Plant cell, Tissue and Organ culture (Japan) 19: 167-174.
3. CHATFIELD, J.M.; ARMSTRONG, D.J. 1985. Regulation of cytokinin oxidase activity in callus tissues of *Phaseolus vulgaris* L. c.v. Great Northern Hort Science (EE. UU.) 23 (5): 493-499.
4. CREPY, L.; BARROS, L.M.; VALENTE, V.R. 1986. Callus productions from leaf protoplast of various cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plant cell Report (Japan) 5: 124-126.
5. CROCROMO, O.J. PETERS, J.E.; SHARP, W.R. 1975 Literature review and the requirements for grow of *Phaseolus vulgaris* L. in tissue culture. Archivos de Biología e Tecnología (Bra.) 18: 25 -31.
6. -----1976 Planted morphogenesis and the control of callis growth and root induction of *Phaseolus vulgaris* L. with the addition of bean seed extract. 2. Pflanzenphysiol. Bd. (Germany) 78:456-460.
7. KERNS, H.R. et. al. 1985 Correlation of cotyledonary node shootproliferation and somatic embruoud development in suspensin culture soybea (*Glycine max merr.*) Plant Cell Report (Japan) 140-143.

8. MARTINS, I.S.; SONDAHL, M.R. 1984 Multiple shoot formation from shoot apex cultures of *Phaseolus vulgaris* L. *J. Plant Physiol* (EE. UU.) 115: 205-208.
9. MC CLEAN, P. GRAFTON, K.F. 1988. Regeneration of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) via organogenesis. *Plant Science* (EE. UU.) 60: 117-122.
10. MOK, M.C.; D.W. 1977 Gnotupic responses to auxins in tissue cultures of *Phaseolus* *Physiol Plant* (EE.UU.) 40: 261-264.
11. MUÑOZ, F.,L.C. 1989 Algunas metodologías experimentales utilizados en cultivos de tejidos de frijol. Colombia, CIAT. 18 p.
12. RAMAZZINI, S.H. 1992 Respuestas del frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L.) cv. Parramos a la inducción de callo y al cultivo de células en suspensión. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía 67p.
13. RAMOS O, G.A. 1983 Respuesta morfogénica en cultivo de tejidos de seis cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. CATIE 53 p.
14. RUBLO A., KARTHA K.K. 1985 In vitro culture of shoot apical meristems of various *Phaseolus* species and cultivars. *J. Plant Physiol* (EE. UU.) 199: 425-433.
15. RUIZ, M. L. PELAEZ, M. I. 1986 A comparative study of callus formation and plant regeneration from different explants of *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus Coccineus*. Berlin, Horn. p. 495-497.
16. SHARP, W.R.; EVANS, D.A.; AMMIRATO, P.V. 1983 Handbook of plant cell culture; techniques for propagation and breeding New York . Mcmillan Publishing. v. 2 p. 137-169.

SITUACION DEL EMPLEO E INGRESO DEL SECTOR AGRICOLA EN GUATEMALA

Mauricio Situn Alvizures*

Hugo Cardona Castillo

INTRODUCCION

El presente análisis es uno de dimensiones macroeconómicas. La macroeconomía se encarga del estudio, análisis e interpretación de variables de naturaleza económica cuyo comportamiento tiene efectos sobre los grandes agregados económicos y consecuentemente sobre la sociedad en general.

El estudio del sector agrícola per sé y su relación con el comportamiento global de la economía, principalmente con aquellos sectores con quienes guarda relaciones más estrechas, resulta de consecuencia trascendentales. En este sentido, es esencial el conocimiento de las variables más generales del sector agrícola; su magnitud y comportamiento, ya que ello genera tendencias cuya interpretación económica aporta criterios fundamentales para formular generalizaciones sobre los derroteros del sector agrícola y de la economía del país en general.

Como se verá en los análisis posteriores, en la agricultura están ocurriendo cambios en los factores de la producción, principalmente la mano de obra (recurso vital para cualquier proceso productivo) definiéndose claras manifestaciones de un proceso de transferencia de la fuerza laboral hacia otros sectores de la actividad económica del país.

El estudio de las variables macroeconómicas, como en este caso, generalmente tiene las desventajas inherentes a los datos secundarios, debiendo tener especial cuidado al establecer relaciones entre ellas, ya que puede ocurrir que no sean compatibles o comparables, debido a los criterios

* *Economistas Agrícolas, profesores investigadores FAUSAC.*

y métodos usados para la obtención y agregación de información, porque los datos están a diferente tiempo e intervalo cronológico, o simplemente porque unos están dados en valores constantes y otros en valores corrientes. En series cronológicas, el año utilizado como base para los valores constantes es importante para fines de interpretación y comparabilidad.

SITUACION DEL EMPLEO Y DEL INGRESO DEL SECTOR AGRICOLA:

El empleo constituye fuente de ingreso para los trabajadores y sus familias. Entre más empleo genere una economía mayor será el bienestar social, ya que el empleo se considera un recurso productivo distribuidor de la producción y del ingreso. El desempleo en Guatemala, conformado por todas aquellas personas que, teniendo edad, capacidad y voluntad para trabajar, buscan y no encuentran donde emplearse, está muy por encima de su tasa natural, que debe oscilar alrededor del 5 por ciento. Según SIECA*, para los años 1991 al 1993, la cifra del desempleo para el área Urbana, estuvo entre el 12 y 15% valor que indudablemente es mucho más alto en el área rural.

En el cuadro 1 se observa la población económicamente activa, conformada por personas de edad de 10 años o más sin defectos físicos para trabajar**, así como el empleo total y por actividad principal. Se observa que para la mayoría de los sectores económicos se marca una clara tendencia al incremento del empleo, excepto para el sector agricultura*. Este comportamiento del empleo en el sector agrícola es muy importante porque define a esta actividad, tradicional generadora de empleos con una clara tendencia a liberar empleos en vez de absorberlos. Aparentemente el empleo del sector agrícola, por las fuerzas inherentes a la oferta y demanda del trabajo, ha transferido parte de su fuerza laboral a las otras actividades económicas del país, principalmente al manufactura. Con los datos del cuadro 1 (1980-93) y con base en la hipótesis de que el sector manufactura ha sido el principal receptor de la fuerza laboral proveniente del sector agrícola, se corrió un análisis de correlación múltiple con base en el modelo de la matriz de correlación de Pearson**, habiendo

* *Sieca. Series Estadísticas Seleccionadas de Centroamérica. 1991.*

** *Definición e información del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.*

encontrado, al relacionar el empleo: agricultura con manufactura, construcción, comercios y servicios, respectivamente los siguientes coeficientes de correlación: 0.60, 0.14-0.47 y 0.49. Estos coeficientes determinan una relación inversa o negativa entre el empleo agrícola y el empleo de manufactura, con el coeficiente de correlación más alto. Este resultado tipifica el hecho de que en la media que la agricultura la hipótesis que la actividad económica que más que mas absorbe fuerza laboral proveniente de la agricultura es la manufactura. Como potenciales asimiladores de la fuerza laboral excedente de la agricultura, en su orden tenemos el comercio y los servicios.

Al haber determinado la relación de los sectores económicos seleccionados con respecto al empleo, se consideró la cuantificación de dicha relación. Para tal cuantificación se corrieron varios modelos de regresión lineal múltiple y por un procedimiento de pruebas de t de student para cada uno de los coeficientes de regresión, equivalente al modelo de escogencia de variables significativas, Stepwise*. Solo se seleccionaron las variables estadísticamente significativas. De esta manera, la primera ecuación de regresión lineal múltiple, consideró el empleo agrícola como una función del empleo manufacturado, comercio y servicios, donde la prueba de t declaró un coeficiente de regresión, estadísticamente significativo para la manufactura, lo cual evidencia que es el sector manufacturado el que más absorbe empleos provenientes de la agricultura. Se corrió un segundo modelo, estableciendo el empleo agrícola como función del empleo en manufactura, habiendo obtenido significancia estadística**, estimando de esta manera una propensión marginal del excedente del empleo agrícola a la manufactura equivalente al 79 por ciento. Este resultado induce a inferir que el 79 por ciento de los trabajadores que abandonan las labores agrícolas se dedican a trabajar en la industria de la manufactura, mientras que el; 21 por ciento se dedica a otras actividades productivas.

Por otra parte, en la fig 1 se relaciona el empleo agrícola con el

* Se aclara que el empleo para fines de análisis e interpretación de este documento, está tomado de los registros oficiales de las instituciones que reportan este tipo de información. El número de trabajadores que oficialmente se reportan en la agricultura, para los daños considerados en el cuadro 1, en promedio representan el 10 por ciento de la población económicamente activa y no incluye a los campesinos guatemaltecos que se dedican a la agricultura de subsistencia y que consecuentemente no venden su fuerza de trabajo.

producto interno bruto agrícola (PIBA), a valores constantes de 1980. Esta relación muestra una tendencia alentadora, ya que no obstante haberse observado en el sector agrícola una clara inclinación a reducir el empleo, el producto bruto agrícola marcó siempre una tendencia creciente, esto presumiblemente tiene su fuente causal en un proceso de sustitución de mecanización por mano de obra, mecanización y modernización; y una mayor eficacia de la mano de obra, en el sentido que cada vez menor número de trabajadores son capaces de generar mayor producto interno bruto agrícola.

Como se apuntó en el análisis precedente, a la par de la reducción de la magnitud e importancia relativa del empleo del sector agrícola y la transferencia del excedente de mano de obra agrícola a los otros sectores económicos principalmente a la manufactura; también se rasalta en el cuadro 2 la razón porcentual entre el valor de la producción agrícola, conocido como producto interno bruto agrícola (PIBA) versus el ingreso de la fuerza laboral (IFL) de dicho sector. Los datos, en millones de quetzales a precios corrientes, muestran que ha crecido más intensamente el PIBA en comparación con el IFL. La razón (PIBA/IFL), expone una tendencia a decrecer; para el lustro 1980-84, el 8.81 por ciento del valor de la producción agrícola representada la retribución o pago al trabajo en el sector agrícola. Para 1985-89 este valor bajó el 7.87 por ciento; y para el período 1990-94 el ingreso de la fuerza laboral representó el 6.27 por ciento del valor del ingreso agrícola. La interpretación de la magnitud y tendencia de la variable razón generada está sujeta a la perspectiva desde donde se vea; para el sector productivo representa destinar cada vez menos de su ingreso agrícola al pago de salarios de sus trabajadores, como también refleja la posibilidad ya evidenciada con anterioridad de una franca transformación de la agricultura hacia a la modernización y un proceso de sustitución de hombres por máquinas. Desde el punto de vista de la búsqueda de equidad social, a través de la redistribución del ingreso, e independientemente del nivel de precisión que tengan estas deducciones; un hecho si es evidente: la retribución de la fuerza laboral a un sector que

* Esta prueba determina el grado de relación que existe entre las variables y está en el rango $|>=<+-1$.

** La prueba t student ($t_c = (B1 - B_0) / (s / \text{raíz } ssy)$), es equivalente a la Stepwise y sirve para excluir del modelo de regresión múltiple las variables estadísticas no significativas.

en esencia sustenta sus procesos productivos con labores manuales es demasiado baja. Muy probablemente esto explica el porqué se está dando la fuga de los trabajadores hacia los otros sectores económicos en busca de mejores condiciones salariales y también podría explicar el comportamiento creciente de la extrema pobreza, principalmente en el área rural donde se desarrolla la agricultura.

La clara tendencia de la agricultura a reducir su capacidad para absorber y pagar empleos, es preocupante, si consideramos la importancia relevante de la agricultura como soporte alimentario de la nación. En medida que se reduzca la actividad de producción agrícola en el país y se haya que importar mayores volúmenes de alimento, el efecto es el encarecimiento de todos los artículos de la canasta alimentaria.

Desde la perspectiva del crecimiento y desarrollo económico, este comportamiento es halagador, ya que resulta evidente que todo indicio de declinación de la importancia relativa de la agricultura en relación con los otros sectores económicos de un país, es un claro indicador de crecimiento económico (según el Banco Mundial, la contribución de la Agricultura al PIB en los cinco países más pobres del mundo fue del 53%, mientras que en los cinco países más ricos fue solamente el 3%)*, aunque en el caso de Guatemala sea un crecimiento dependiente, en vez de uno de carácter autónomo.

En síntesis podemos señalar que la fuerza laboral del sector agrícola de Guatemala está sufriendo una fuerte tasa de transferencia hacia los otros sectores económicos del país, principalmente a la manufactura. Sin embargo, el producto interno bruto agrícola sigue su tendencia creciente, lo cual es muy positivo para la economía del país. Así mismo, la porción del ingreso agrícola que se destina al pago de los salarios de los trabajadores del sector agrícola es cada vez más pequeña, lo cual hace muy difícil todo intento de frenar el proceso emigratorio de la fuerza laboral, así como incrementa la pobreza aquellas áreas dominadas principalmente por las actividades agrícolas. Todo lo anterior refleja a un sector agrícola que

* El modelo de regresión estimado, dada la insignificación de las demás variables fue $\text{empleo} = f(\text{Bo} - 0.79 \text{ manif.})$ con un nivel de confianza estadística del 86 por ciento y con un coeficiente de correlación del 60%.

* Banco Mundial 1988.

necesariamente está obligado a evolucionar y a ser más eficiente para mantener su importancia fundamental como ente estandarte de la seguridad alimentaria y el responsable de generar eslabonamientos con los sectores que suministran insumos y con aquellos procesos que hacen posible pasar los productos del productor a las manos del consumidor.