

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LA ASOCIACION
DE ENCINO (QUERCUS OLEOIDES SCHLECHT. Y CHAM.)
EN GUANACASTE, COSTA RICA

Tesis


Sometida al Consejo de Estudios Graduados como
requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA


APROBADA:


Dr. John Blydenstein


Consejero


Dr. Elemer Bornemisza

Comité


Ing. P. Grijpma

Comité


Dr. J. M. Montoya Maquin

Comité

Febrero, 1967

DEDICATORIA

A mis padres
A María Teresa
A mis hermanos

A Capeto

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su reconocimiento a las siguientes personas e instituciones:

A su Comité Consejero, en especial al Dr. Blydenstein Consejero Principal y al Dr. Bornemisza.

Al Dr. Gerardo Budowski y a los Ings. Veillon y Bazán ex-miembros del Comité Consejero.

Al Ing. Carlos Alberto Sánchez Q. y a su familia, al resto del personal de la Agencia de Extensión Agrícola de la ciudad de Liberia, por la inestimable ayuda prestada en los trabajos de campo.

Al Ing. Vargas Vaglio y al personal del Departamento de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica por su colaboración en los análisis de suelos.

A los doctores Holdridge y Tosi del Tropical Science Center, San José, Costa Rica, por sus valiosas sugerencias y por la ayuda en la identificación de las muestras botánicas.

Al Ing. Arnoldo Madriz por su participación en los viajes de reconocimiento, en igual forma a los señores José Longi y Hermes Villegas.

A la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, por la licencia concedida para realizar los estudios post-graduados.

A la Zona Andina del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas por la beca otorgada que hizo posible este trabajo.

Al Servicio de Extensión Agrícola, Instituto Geográfico y Servicio Meteorológico de Costa Rica.

A todas las personas del Departamento de Dasonomía del IICA, a la Sra. de Alonso, secretaria de este Departamento, a los colegas estudiantes y a los amigos por el estímulo e interés brindado a mi persona.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, el 7 de enero de 1937.

Hizo estudios primarios y secundarios en el Colegio La Salle, obteniendo el Bachillerato en Humanidades el año 1954. Ingresó en 1955 a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba; egresando el año 1959 con el grado de Ingeniero Agrónomo.

El año 1961 asistió al Curso Internacional de Investigaciones de Café, llevado a cabo en Chinchiná, Colombia. En 1963 fue becado por la OEA y realizó estudios en el Departamento de Suelos del Colegio Post-Graduado de Chapingo, México. Con la misma beca recibió adiestramiento en Inventarios Forestales en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales de México.

Desde 1960 hasta 1962 prestó los siguientes servicios: Encargado Forestal de la Municipalidad de Cochabamba, Jefe de Trabajos Prácticos de Fruticultura y Forestal de la Facultad de Agronomía y Técnico de Suelos en la División de Ingeniería Rural del Servicio Agrícola Interamericano.

De 1963 a 1964 trabajó en la compañía Tippetts-Abbett-Mc Carthy-Stratton, Ingenieros y Arquitectos, y en la Facultad de Agronomía como catedrático de Topografía.

En octubre de 1964 ingresó como estudiante graduado a la Disciplina de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	2
Distribución Geográfica	2
Relación con Factores Ecológicos	2
Factores climáticos	2
Factores edáficos	5
Factores bióticos	6
AREA DE ESTUDIO	10
Localización	10
Geología y Fisiografía	10
Clima	17
Suelos	20
Vegetación	25
Influencias Humanas	27
METODOS	29
Selección de Sitios de Muestreo	29
Toma de Datos	32
Datos para el estudio de la vegetación	34
Datos para el estudio de los suelos	34
Análisis de Datos	37
Vegetación	37
Suelos	38
Análisis físicos	39
Análisis químicos	39
RESULTADOS Y DISCUSION	41
Vegetación	41
Importancia del <u>Quercus oleoides</u>	41
Asociación con otras especies	41

	Página
Suelos	43
Características físicas	43
Características químicas	46
CONCLUSIONES	50
Clima	50
Suelos	50
Vegetación	50
Influencias Humanas	51
RESUMEN	52
SUMMARY	54
LITERATURA CITADA	56
APENDICES	60

INTRODUCCION

La explicación de la presencia del género Quercus en el trópico se ha buscado en las temperaturas bajas que se tienen en las montañas tropicales, que permitirían una intrusión de este u otros géneros (Pinus), supuestos de origen templado o frío.

En el caso específico del Quercus oleoides Schlecht. y Cham. que se presenta en altitudes próximas al nivel del mar, con temperaturas elevadas y que ha intrigado a más de un investigador, se han sugerido diversas teorías para explicar esta excepción a la presunta regla.

Estas teorías casi siempre consideraron como determinantes para la ocurrencia de esta especie, a los factores edáficos o al efecto de las quemadas producidas por el hombre.

Con esta investigación se pretende estudiar el factor o los factores que determinan la existencia del Quercus oleoides en el límite sur de su distribución geográfica.

Por estas razones, se cree que los resultados que se puedan obtener de esta investigación, ayudarán a interpretar las relaciones de esta especie con los factores medio ambientales y podrá servir de referencia a trabajos similares que se realicen en otros países con esta u otras especies.

REVISION DE LITERATURA

Distribución Geográfica

Según Muller (37) el Quercus oleoides está distribuido en las tierras bajas de México y Guatemala hasta Costa Rica.

Martínez (32) menciona que se presenta en las regiones tropicales de México, en altitudes de 40 a 800 metros sobre el nivel del mar.

Montoya Maquin (36) ha determinado el área tentativa de distribución geográfica del Quercus oleoides, exceptuando la variedad arbustiva Q. oleoides var. quaterna descrita por Muller (37). Esta distribución comprende México, Guatemala, Honduras Británica, Honduras, Nicaragua y Costa Rica; en altitudes que varían desde pocos metros sobre el nivel del mar, hasta más de 1.400 m de altura (véase figura 1).

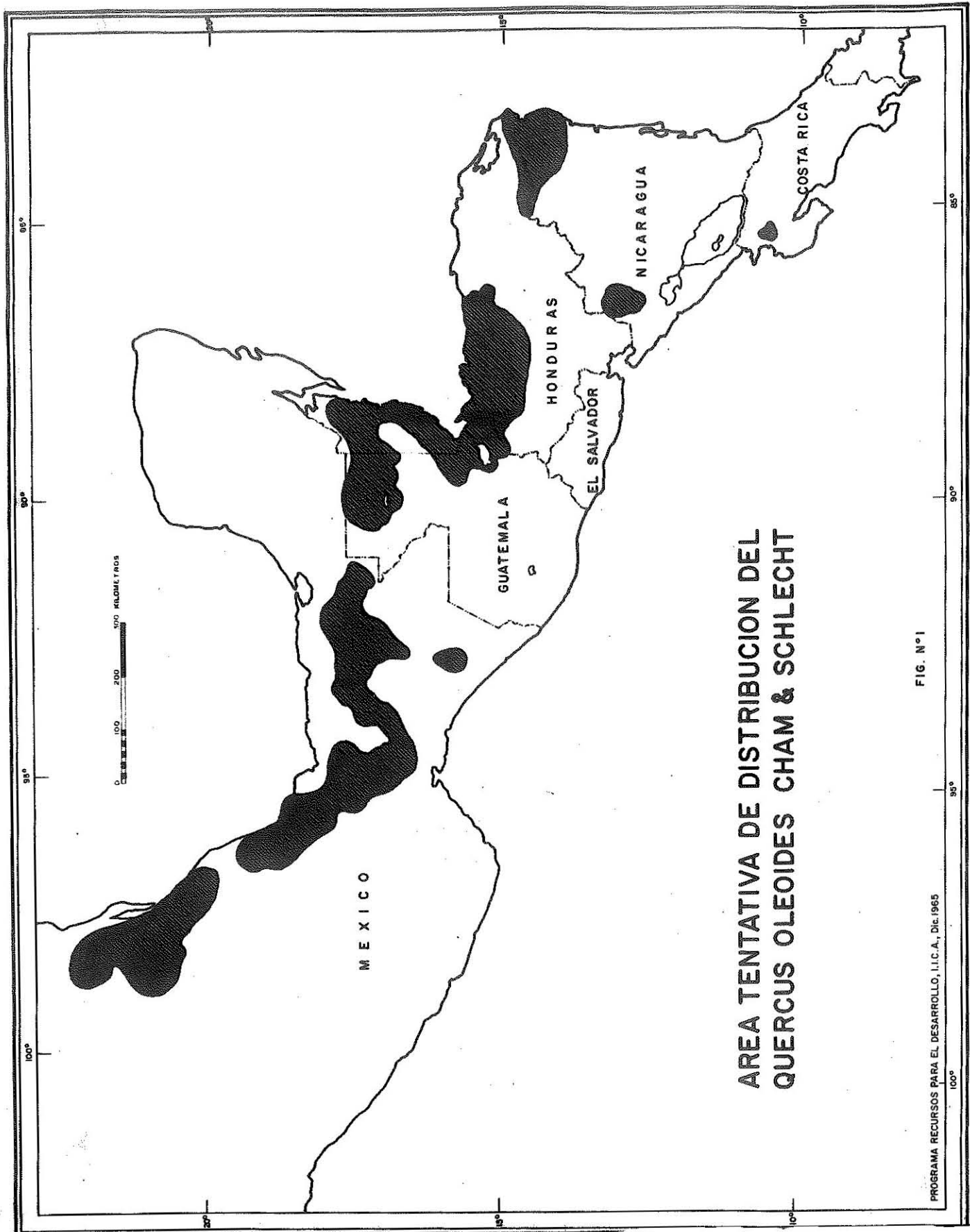
Standley (42) en su flora de Costa Rica, registra al Quercus oleoides en tres provincias: Guanacaste, Heredia y San José. Sin embargo Muller (37) encuentra a esta especie unicamente en Guanacaste, en los alrededores de Liberia.

Es posible, de acuerdo con Martínez (32, 33, 34) y Muller (37) que debido a las múltiples formas y variedades que presenta el Q. oleoides, se lo haya confundido con otras especies del género Quercus que se encuentran en otras zonas de Costa Rica.

Relación con Factores Ecológicos

Factores climáticos

Montoya Maquin (36) en su estudio fitogeográfico del Quercus oleoides, analizó los datos obtenidos en varias estaciones



**AREA TENTATIVA DE DISTRIBUCION DEL
QUERCUS OLEOIDES CHAM & SCHLECHT**

FIG. N°1

meteorológicas y calculó los índices de estación pluviométrica de acuerdo con Aubréville (1), para los diferentes países y regiones donde se encuentra el Quercus oleoides. Sus resultados muestran la amplia variación en las condiciones climáticas dentro del área de distribución geográfica de esta especie.

Cuadro 1. Índice de Estación Pluviométrica y promedio de precipitación de localidades con Quercus oleoides (36).

Localidad	Índice de Estación Pluviométrica (Is)	Promedio de precipitación (mm)
Palenque, México	10-1-1	3185
Panzós, Guatemala	9-3-0	2640
Los Amates, Guatemala	9-3-0	2420
Belice, Honduras Británica	9-3-0	2177
Simojovel, México	8-3-3	1717
San José, Guatemala	7-5-0	1582
Tenosique, México	6-6-0	1697
Ocosingo, México	6-6-0	1666
Jalapa, México	6-6-0	1562
San Andrés, Guatemala	6-5-1	1325
Liberia, Costa Rica	6-1-5	1680
Tampico, México	5-5-2	1102
Veracruz, México	5-2-5	1532
Córdoba, México	4-8-0	1858
Motozintla, México	4-2-6	739
Ciudad Victoria, México	3-5-4	705

El mismo autor (36) menciona los siguientes límites térmicos para esta especie:

Temperatura media anual 17,5 (Jalapa) a 27.4°C (Liberia)

Temperatura media mensual 14.2 (Jalapa) a 30.4°C (Tenosique)

Temperaturas extremas entre 1.5 y 40.4°C registradas en Ciudad Victoria.

Gómez Pompa (19) trabajando en la región de Mizantla, Veracruz, México menciona al encinar de Quercus oleoides en localidades que presentan las siguientes características climáticas: Temperatura media anual de 23.9°C (temperaturas medias mensuales entre 19 a 28°C). Precipitación media anual de 2298.3 mm, con tres meses secos, de diciembre a febrero y un veranillo en agosto (Vega de Alatorre). También encontró otros encinares de la misma especie en las faldas de la Sierra de Chiconquiaco, con precipitaciones más altas, hasta de 2.300 mm (Mizantla).

Factores edáficos

Miranda (35) en el sureste de México, ha observado al Quercus oleoides sobre suelos con drenaje deficiente en las capas más profundas. Estos suelos ocupan una posición intermedia entre los suelos sedimentarios antiguos, con drenaje deficiente más o menos superficial y los aluviones recientes hacia las vegas de los arroyos, con buen drenaje.

Gómez Pompa (18, 19) describe encinares con Quercus oleoides, en condiciones edáficas diversas, en Veracruz, México. Lo encuentra sobre basaltos o sobre cenizas volcánicas (Poza Rica), sobre suelos mal

drenados (Nautla), sobre suelos planos arcillosos y ácidos en la zona costera (Vega de Alatorre). En Colipa se presenta sobre suelos arcillosos muy ácidos, con intrusiones y afloraciones de rocas ígneas y en suelos formados sobre derrames basálticos. En Ciudad Alemán (Veracruz) y en Tuxtepec (Oaxaca, México), esta especie se encuentra sobre suelos lateríticos con abundante grava cuarcífera.

Stanley y Steyermark (43) en Guatemala, citan a esta especie en suelos de planicies y laderas secas o húmedas.

Según Taylor (44), se presenta el Quercus oleoides en el noreste de Nicaragua, sobre suelos lateríticos rojo-amarillos y al noroeste sobre regosoles amarillos, cafés y negros, muy ácidos; deficientes en nutrimentos y severamente erosionados. También se encuentra en lito-soles negros y en suelos tropicales negros, arcillosos o arcillo-limosos.

Factores bióticos

Rzedowski (41) en San Luis Potosí, México, describe al Quercus oleoides, ocupando una posición intermedia entre el bosque tropical sempervirente y los encinares típicos que se localizan a mayor altitud, aunque puede alcanzar una posición predominante, en el estrato arboreo del bosque tropical sempervirente debido a un "climax edáfico".

Gómez Pompa (18) en México, menciona que una de las asociaciones de encinos más difundida es aquella en que el Quercus oleoides es el dominante. En Tomazcal, Oaxaca, se la encuentra asociada a Q. circummontana. En Ciudad Alemán, Veracruz y en Tuxtepec, Oaxaca, se halla junto con Q. glaucescens y Q. sororia. En la zona de Acayucan,

San Juan Evangelista y Minatitlan, Veracruz, los encinares son muy abundantes, formados por Q. leucophylla, Q. omissa y Q. oleoides. En la parte norte de Chiapas, se encuentra junto con el Q. peduncularis.

En Mizantla, Veracruz, el mismo autor (19) menciona a las siguientes especies, asociadas al Quercus oleoides: Bursera simaruba, Bumelia persimilis, Casearia sylvestris, Coccoloba barbadensis, Cupania dentata, Cupania spectabilis, Dendropanax arboreus, Eugenia capuli, Exothea copalillo, Guazuma ulmifolia, Guettarda elliptica, Pimenta dioica, Piscidia piscipula, y Ternstroemia tepezapote.

Miranda (35) menciona al Q. oleoides en Honduras Británica, en la agrupación selva alta perennifolia con elementos boreales, formando manchas en los pinares de P. caribaea en la misma región y llegando hasta México la especie se extiende en el límite entre la selva alta perennifolia y la sabana.

Williams (50) en el Istmo de Tehuantepec, México, observa al Quercus oleoides asociado al Q. peduncularis, Q. perseifolia y Byrsonima crassifolia, en áreas rocosas o arenosas a niveles altitudinales inferiores a las asociaciones de pinos.

En Guatemala, Standley y Steyermark (43) indican que se halla frecuentemente el Quercus oleoides en formaciones boscosas, acompañado de pinos, en elevaciones inferiores a los 300 m sobre el nivel del mar.

Bartlett (2) en Guatemala y Honduras Británica, encuentra islotes con dominancia de Q. oleoides dentro de los bosques de pinos; y en menor grado como constituyente de la vegetación de las partes desecadas de pantanos de "tintal" (Haematoxylon campechianum).

Lundell (29) cita al Quercus oleoides var. australis, como una de las especies más importantes en asociación con el Pinus caribaea entre las localidades de San Agustín y Vaquero en Honduras Británica.

En el noreste de Nicaragua, Taylor (44, 45) encuentra al Q. oleoides en bosques mixtos de Pinus y Quercus. Se halla asociado con el P. caribaea en comunidades abiertas y con P. oocarpa, P. caribaea, P. pseudostrobus; Q. oocarpa, Q. eugeniaefolia, Q. zapotaefolia y Q. peduncularis var. sublanosa en comunidades densas. En estas comunidades densas, los Quercus forman el piso inferior del bosque, aunque pueden llegar a ser dominantes en pequeñas extensiones. Otra asociación que forma el Q. oleoides se presenta en la fase primaria de la sucesión a un bosque de frondosas, en la que se observa a esta especie asociada a Miconia albicans y Henriettella seemannii.

La asociación de Quercus oleoides con las especies perennifolias Byrsonima crassifolia y Curatella americana, ha sido señalada por varios autores (20, 21, 44), reparándose que esta asociación es más frecuente al sur de la distribución geográfica del Quercus oleoides (5, 6, 36).

La presencia de algunas especies del género Quercus a bajas altitudes en los trópicos, ha sido explicada (1, 6, 7) como resultado de la acción de los fuegos periódicos, a los que resiste este género.

Según Taylor (45) estas comunidades de Quercus se forman como consecuencia de la acción del fuego sobre bosques de pinos.

Varios investigadores (5, 6, 36, 45) citan las influencias humanas, producidas principalmente mediante fuegos, en las regiones donde se han registrado encinares de Quercus oleoides. En estas regiones se encuentran sabanas o bosques que están en contacto con este tipo de vegetación.

AREA DE ESTUDIO

Localización

El área de estudio se halla situada en Guanacaste, al noroeste de Costa Rica, aproximadamente entre los 10° 22' y 11° 13' de latitud norte y entre los 85° 00' y 85° 40' de longitud oeste.

Esta área fue delimitada en forma artificial de la siguiente manera: al norte por la frontera con Nicaragua, al este con el límite de la provincia de Alajuela, al oeste por el meridiano 85° 40' y al sur por el paralelo 10° 22' 30" (véase Figs. 2 y 3).

La superficie del área de estudio es de aproximadamente 4,650 kilómetros cuadrados.

Geología y Fisiografía

El área de estudio es predominantemente de origen ígneo, la mayor parte de esta área corresponde al Campo Volcánico de Guanacaste de la Era Cuaternaria, comprende a los conos volcánicos de la Sierra Volcánica de Guanacaste y la Meseta Volcánica de Santa Rosa (13). Esta última según el Mapa Geológico de Costa Rica (9), es más antigua y pertenece al Piroclástico Riolitico Plio-pleistoceno (véase Fig. 4).

Al Campo Volcánico de Guanacaste (13), pertenecen las Formaciones Bagaces, Liberia, y la de Rocas Volcánicas no Diferenciadas (véase Fig. 5).

La más antigua de estas es la Formación Bagaces, originada a lo largo de una fractura que se extiende desde la base del Volcán Tenorio hasta el Volcán Orosi (13). Sobre esta formación yace la Formación

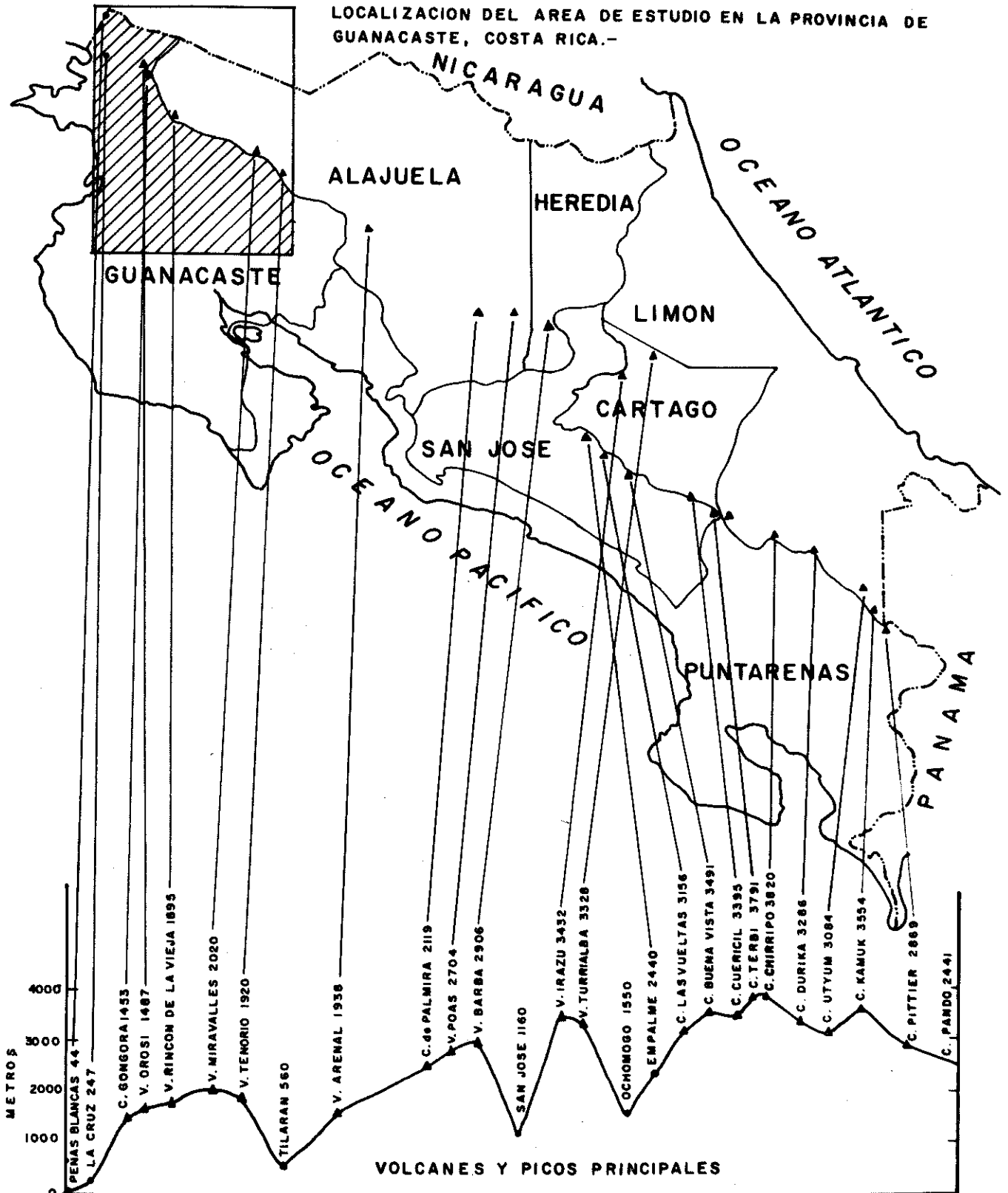


FIG. N°2

MAPA GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO, PROVINCIA DE GUANACASTE, COSTA RICA.

Tamaño del Area: 4,650 Kms.²

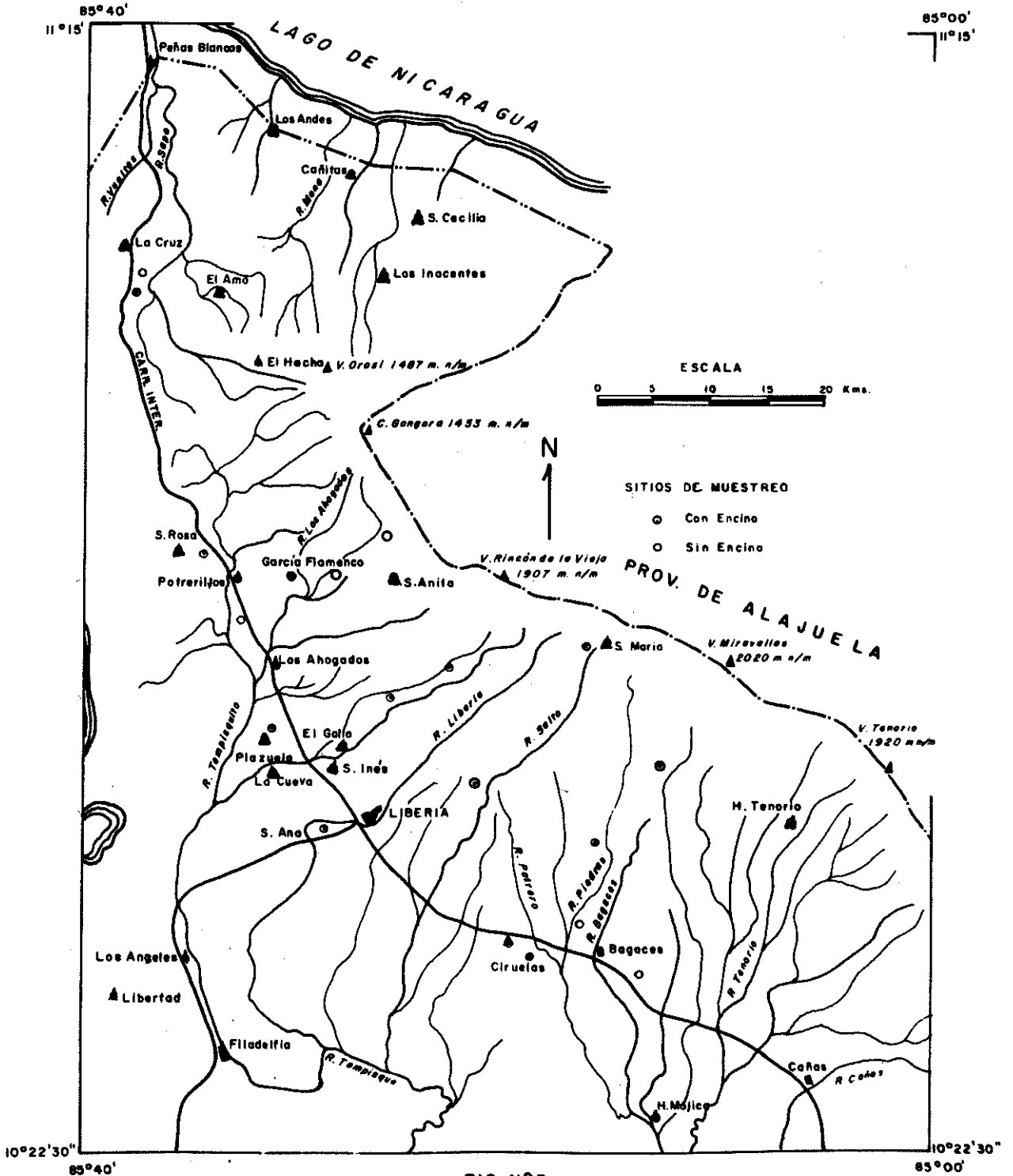
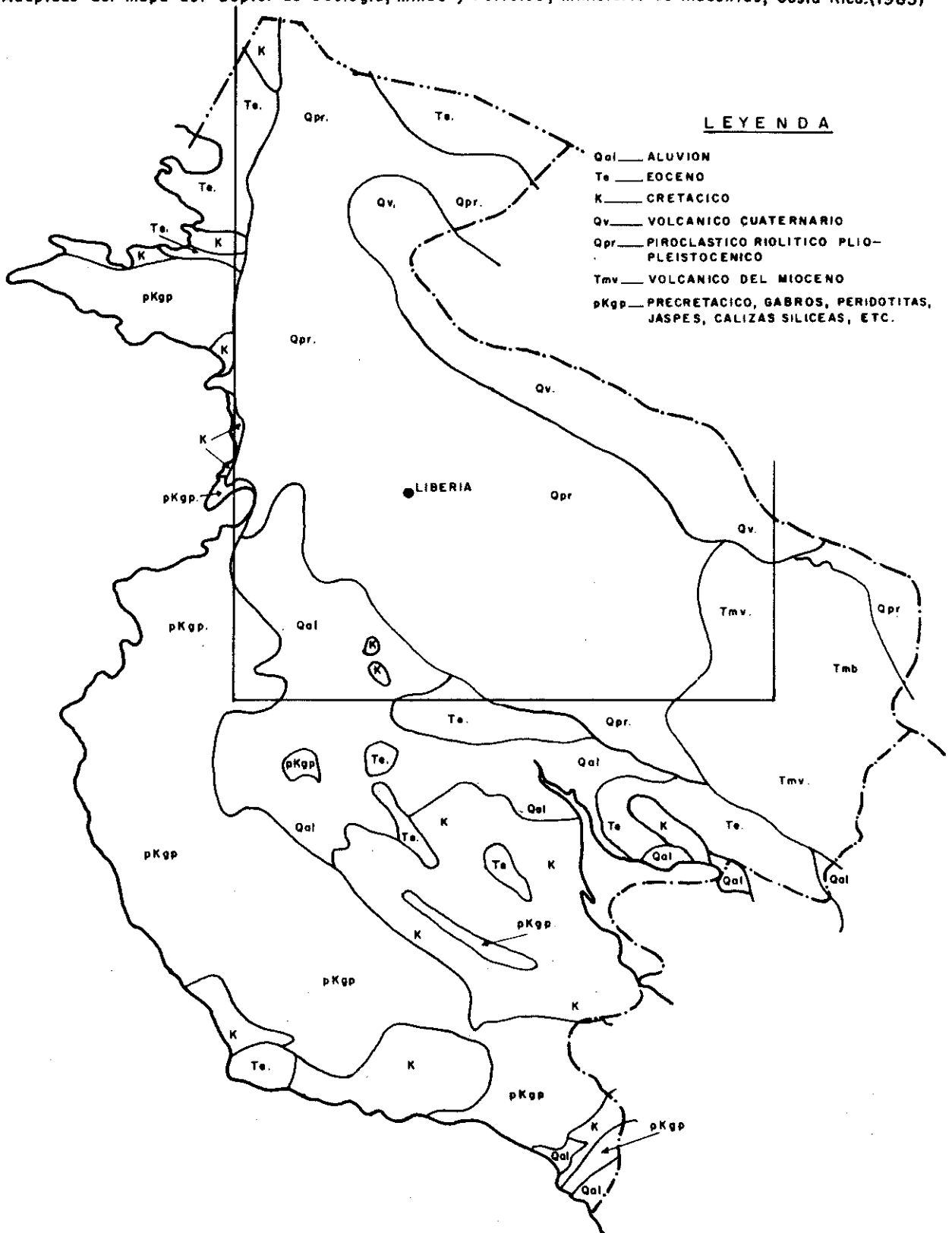


FIG. Nº 3

MAPA GEOLOGICO GENERAL DE LA PROVINCIA DE GUANACASTE, COSTA RICA, MOSTRANDO EL AREA DE ESTUDIO.-

Adaptado del mapa del Depto. de Geología, Minas y Petróleo, Ministerio de Industrias, Costa Rica.(1963)



MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE ESTUDIO, PROVINCIA DE GUANACASTE,
COSTA RICA.-

Adaptado del mapa del I.G.C. R., compilado por G. Dengo, 1962.-

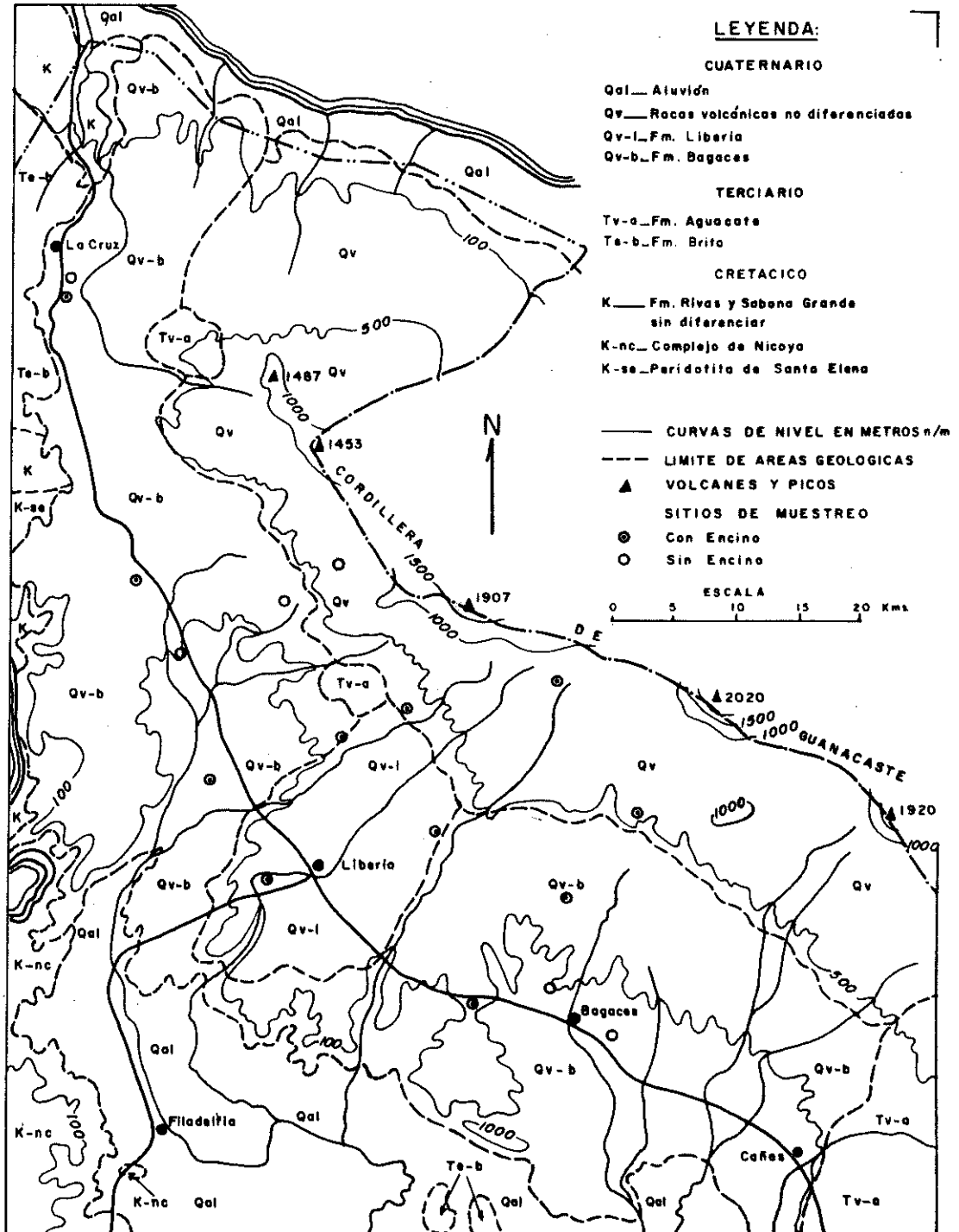


FIG. N°5

Liberia, más reciente y originada por un renovamiento de la actividad volcánica (15). Es más delgada que la anterior, de pocos metros a 50, y tuvo su origen en el Volcán Rincón de la Vieja (13, 15).

Ambas formaciones son predominantemente de tobas (13). La Formación Bagaces corresponde a la toba gris y la Formación Liberia a la toba blanca, así denominadas por Dóndoli (15).

En las dos formaciones se encuentran sedimentos lacustres siendo los más importantes los depósitos de diatomita, en las cercanías de Cañas Dulces; los materiales en contacto con estos sedimentos, indican una fuerte actividad volcánica, más o menos contemporánea con la deposición lacustre. En algunos lugares la deposición de la diatomita fue interrumpida por la presencia de grandes cantidades de cenizas, principalmente púmiceas (30).

La diatomita está constituida por caparazones silíceas llamadas frústulas, son restos de algas microscópicas unicelulares lacustres. Estas frústulas porosas se componen de sílice coloidal hidratada y ópalo, dejan entre sí grandes vacíos, lo cual hace que la diatomita tenga un peso específico de 0.7 con un poder de absorción entre 100 y 200% de agua (30).

La información concerniente a la composición de las rocas que forman los conos de los volcanes de la Sierra Volcánica de Guanacaste es reducida. Los siguientes autores citados por Dengo (13), clasificaron estas rocas como sigue.

Putman, clasificó como andelaticas las rocas de los volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles. Schaufelberger menciona andesitas hornblendicas en los volcanes Orosi y Miravalles. Von Wolff analizó una

roca del Volcán Rincón de la Vieja y la clasificó como una latita. Esta última clasificación difiere de la encontrada en el flanco sur del mismo volcán, que corresponde a una andesita hornblendica (13).

Un resumen de los análisis químicos realizados en los materiales de estas formaciones por diversos autores, citados por Dengo (13) es el siguiente.

Cuadro 2. Análisis químicos de rocas ígneas, en por ciento, de la región de Guanacaste, Costa Rica.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Si O ₂	62.64	65.41	65.34	69.38	68.05	62.76
Al ₂ O ₃	14.96	14.92	15.85	16.20	15.54	18.10
Fe ₂ O ₃	3.08	2.98	3.05	1.53	1.94	5.14
Fe O	1.72	1.40	1.47	0.54	0.38	
Ti O ₂	0.68	0.69	0.73	0.26	0.24	---
Mn O	0.14	0.15	0.13	0.09	0.08	---
Ca O	3.42	2.78	2.44	1.99	2.49	6.03
Mg O	1.08	0.86	0.49	0.36	0.58	2.59
K ₂ O	4.01	3.60	3.89	3.54	4.16	1.35
Na ₂ O	3.05	3.54	2.62	3.20	3.01	3.45
H ₂ O	1.16	3.33	3.95	0.99	0.52	---
H ₂ O+	4.08	0.41	1.84	2.84	3.16	---
C O ₂	0.04	0.18	0.05	nil	nil	---
P ₂ O ₅	0.07	nil		0.02	0.01	---
Total	100.13	100.31	101.85	100.86	100.16	99.42

- (1) Toba ignimbrítica de dacita, Guardia
 (2) Toba ignimbrítica de cuarzo-latita, carretera Liberia-Nicoya Km. 13
 (3) Toba ignimbrítica de cuarzo-latita, carretera Liberia-Nicoya Km. 16.

- (4) Toba dacítica, Bagaces
 (5) Toba riolítica (CR-167), Liberia.
 (6) Latita?, Volcán Rincón de la Vieja.

La fisiografía de la zona de estudio, se divide en cuatro unidades bien diferenciadas (13): la Sierra Volcánica de Guanacaste (Ia), la Meseta Volcánica de Santa Rosa (IIa), la bajura de Filadelfia (IIe) y las Sierras Costaneras, con las Serranías de Brito y Santa Elena (IIIa) y el comienzo de las Serranías de la Península de Nicoya (IIIb), véase Fig. 6.

Clima

Según Lauer (26) en el área de estudio se sitúan los siguientes pisos térmicos altitudinales: la tierra caliente, que se extiende desde el nivel del mar hasta los 800 m de altitud, con 5 o 6 meses húmedos. Por encima de esta franja se tiene la tierra templada (800 a 1.800 m) con 7 a 9 meses húmedos y por último la tierra fría (1.800 m a la cumbre de la sierra) con 10 a 12 meses húmedos.

La cordillera de Guanacaste separa las vertientes del Pacífico y del Atlántico. Las vertientes del Atlántico con corrientes orientales son más lluviosas (46); debido a que la Cordillera de Guanacaste no alcanza grandes elevaciones, los vientos húmedos del noreste sobrepasan esta cordillera, afectando las partes altas de las montañas de la vertiente del Pacífico, (véase Figs. 2, 6).

En los sectores en que la cordillera presenta depresiones o al sur de esta cordillera (Sierra de Tilarán), la influencia de la vertiente Atlántica es mucho mayor, logrando afectar notablemente la vertiente del Pacífico.

En Liberia, que se encuentra situada al pie del Volcán Rincón de la Vieja, Contreras (8) determinó el clima de esa localidad, como

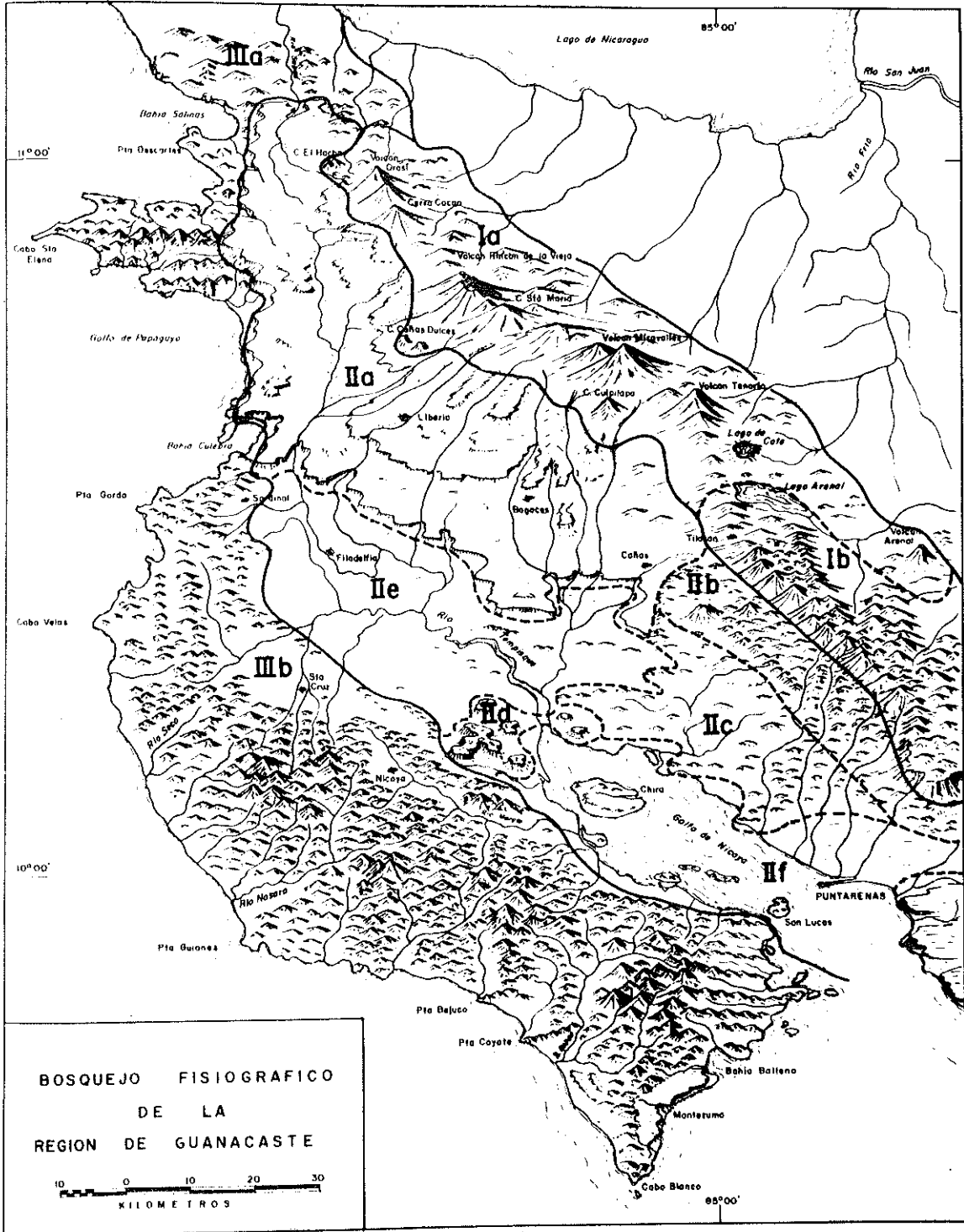


FIG 6

perteneciente al tipo Aw'i (Sistema Koeppen) de la zona tropical lluviosa, con una precipitación anual superior a los 750 mm, con lluvias periódicas y estación seca de diciembre a abril, con un descenso en la precipitación (veranillo) de junio a agosto; con vientos predominantes del noreste, intensos de noviembre a abril.

El tipo de clima Aw'i de Koeppen (25) corresponde al clima de sabana, con una temporada de sequía bien marcada y por lo menos un mes con precipitación menor de 60 mm y la mayor precipitación en otoño, con una diferencia en las temperaturas de los meses extremos inferior a 5°C.

Para el análisis del clima del área de estudio se compilaron los datos del Servicio Meteorológico de Costa Rica, eligiendo diez estaciones meteorológicas.

De las diez estaciones consideradas, cinco contaban con registros de precipitación y temperatura, el resto sólo con datos de precipitación. Hay que hacer notar que los períodos de observación no son los mismos en todas las estaciones meteorológicas, aún más, algunas de ellas poseían registros discontinuos y otras ya no existen en la actualidad (apéndice I).

A partir de las estaciones que cuentan con registros de temperatura y precipitación, se calculó la evapotranspiración potencial mensual, mediante la fórmula de Holdridge (22) $E=0.197 T$, donde: T es la temperatura media mensual en grados centígrados y E la evapotranspiración en pulgadas por mes. Para la estación meteorológica de García Flamen-co, se tomaron datos de evapotranspiración potencial calculados en el Tropical Science Center en San José, Costa Rica.

Con el valor calculado de la evapotranspiración potencial, con los datos de precipitación y con las temperaturas medias mensuales se elaboraron las representaciones gráficas (véase apéndice I).

Para las estaciones con registros de precipitación y temperatura, se dibujaron los climagramas según el principio de Gausson (17) y la técnica de representación de Walter y Lieth (49), véase Fig. 7. Los registros de precipitación se ilustran en el apéndice I.

Se incluye además un mapa de las isoyetas, brillo solar y las estaciones meteorológicas consideradas (véase apéndice I), con el fin de complementar la información de los factores climáticos del área en estudio.

Suelos

A excepción de los suelos formados a partir de las formaciones geológicas de las Sierras Costeras, pertenecientes al Cretácico y al Terciario (13), que para el objeto de este estudio carecen de interés; se pueden dividir los suelos del área de estudio, de acuerdo al reconocimiento de suelos del Consejo Nacional de Producción (10) de la siguiente manera:

Suelos formados sobre rocas volcánicas indiferenciadas. Los suelos formados sobre las rocas volcánicas indiferenciadas, se observan en las áreas de influencia de los volcanes Orosi, Rincón de la Vieja, Miravalles y Tenorio. La mayoría de estas rocas volcánicas se han concentrado en la parte alta, cercana a los volcanes, caracterizando la formación geológica de "Rocas Igneas no Diferenciadas". Aunque como resultado de las erupciones violentas, se hallan también en las

CLIMADIAGRAMAS DE CINCO ESTACIONES METEOROLOGICAS DEL AREA DE ESTUDIO

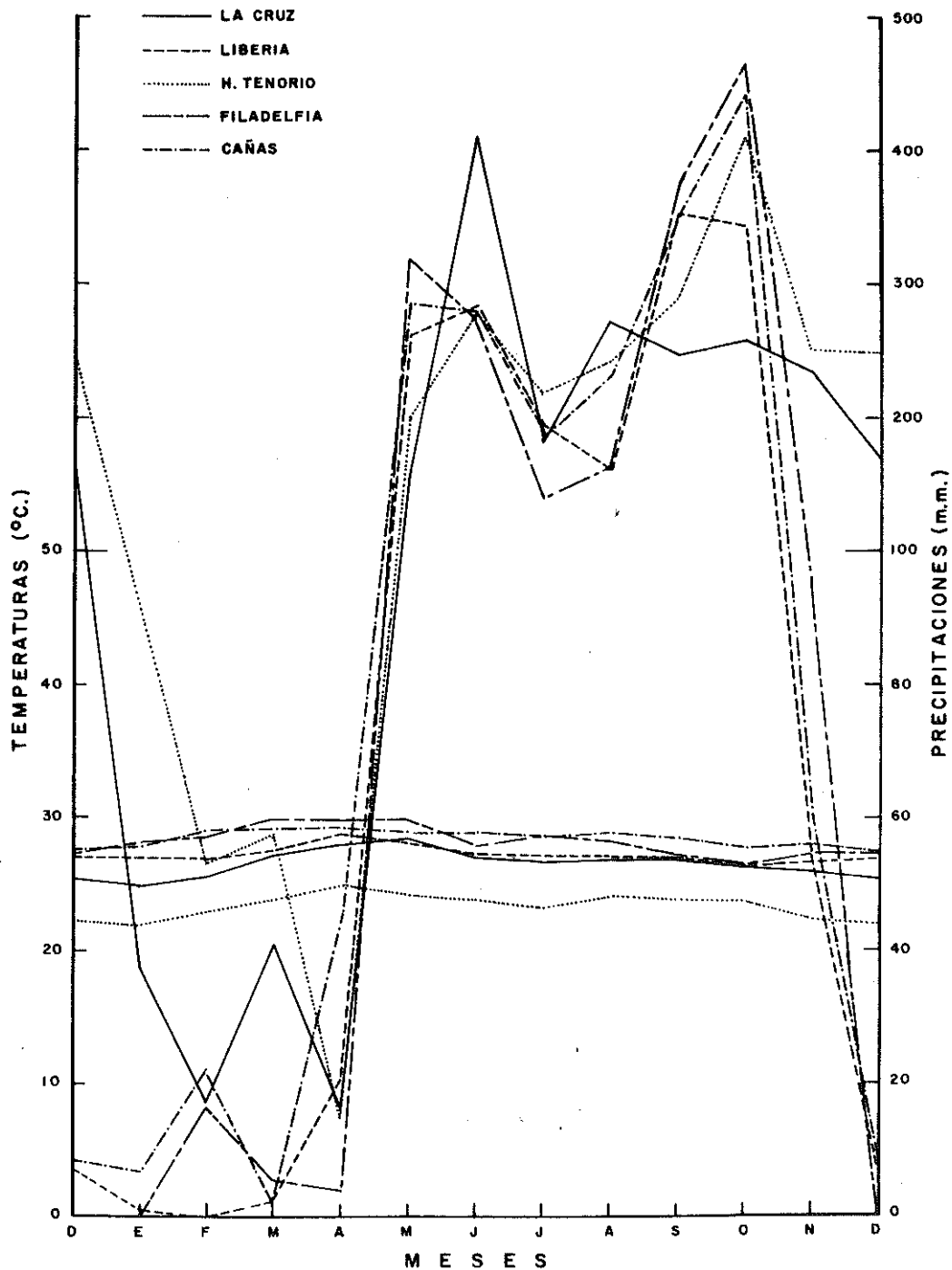


FIG. N°7

partes más bajas, formando pequeños manchones sobre los mantos de tobas de las formaciones geológicas Bagaces y Liberia.

En las partes altas de la Sierra Volcánica de Guanacaste y en especial en las partes en que ésta presenta depresiones, estas rocas han sido bastante intemperizadas, dando origen a suelos profundos.

Suelos formados sobre tobas volcánicas. Los suelos formados sobre las tobas volcánicas corresponden a aquellos que se han desarrollado a partir de las formaciones geológicas de la Meseta de Santa Rosa (véase Figs. 5 y 6).

Estos suelos presentan profundidades variables, en general en las laderas de la Sierra de Guanacaste son muy someros, aflorando las tobas en grandes extensiones. Al disminuir la pendiente, los suelos se hacen un poco más profundos y en la zona plana aumentan aun más de espesor, llegando a alcanzar profundidades de aproximadamente un metro.

En ciertos sectores se observan ondulaciones que coinciden con las afloraciones de la toba, posiblemente por esta razón Mac Donald (31) definió a la Meseta Volcánica de Santa Rosa como una ondulante meseta de lava.

Vargas Vaglio* distingue dos tipos de suelos formados sobre tobas volcánicas, determinados principalmente por el relieve. Los suelos con declive u ondulaciones y los suelos planos. Los primeros son de color café a rojo amarillo, con el suelo superficial franco arenoso, bien drenado; el subsuelo varía de franco arcilloso a arcilloso, algunas veces con mantos de cantos rodados, con mal drenaje, especialmente

* Comunicación personal.

en condiciones arcillosas. En los suelos con declive marcado desaparece el suelo superficial siendo reemplazado por el subsuelo y en caso de declives escarpados (15 a 20%) aflora la toba.

Los suelos planos, con pendientes de 1 a 2%, son similares a los suelos de la serie Sonsocuite, descrita también en otras regiones de Guanacaste (48). Estos suelos son muy arcillosos, de color gris muy oscuro, con concreciones de carbonato de calcio y de hierro, con veteados rojos herrumbrosos, consecuencia del mal drenaje. En la época de sequía sufren un resquebrajamiento fuerte y un exceso de agua o encharcamiento total durante el período lluvioso.

Llanos (28) encontró que estos suelos son de fertilidad regular a baja, la materia orgánica forma solamente una capa delgada, los cationes intercambiables tienen valores de 22.3 meq/100g para el suelo superficial y 5.2 meq. para el subsuelo; una característica de estos suelos es la deficiencia de azufre, que está confirmada por las investigaciones de Müller*.

Suelos aluviales. Los suelos aluviales se encuentran situados primordialmente en la parte baja del área de estudio (Bajura de Filadelfia). Se observan también en pequeñas áreas de la Meseta Volcánica de Santa Rosa. Están formados por aluviones de los ríos Sapoá, Tempis que y Bebedero. Son suelos planos, bastante fértiles, profundos y bien drenados, especialmente los suelos de la Bajura de Filadelfia.

De acuerdo con López (27) el 80% de la arcilla de estos suelos es montmorillonita y el resto una mezcla de haloisita y caolinita.

* Comunicación personal.

Fiskell e Iley (16) encontraron en estos suelos las arcillas montmorillonita y vermiculita.

Suelos fluvio-lacustres. Los suelos fluviolacustres provienen de la acción de las corrientes de agua que arrastraron materiales que luego fueron depositados en las aguas estancadas. Son suelos muy arcillosos, la mayoría de ellos pertenecen a la serie Sonsocuito (48), presentando características muy semejantes a los suelos planos formados sobre tobas volcánicas, descritos anteriormente.

Conforme a los análisis químicos de los suelos del área de estudio, realizados por el Programa Nacional de Asistencia Técnica en Arroz*, se tienen los siguientes datos.

Cuadro 3. Análisis típicos de nutrimentos solubles en Kg/Ha, pH y materia orgánica.

Localidad	Kilogramos por hectárea					
	P	K	Ca	Mg	pH	M. O. %
Las Animas	32	100	2073	432	5.36	3.83
Orosi	8	377	4664	695	6.03	4.38
Cañas Dulces	50	360	3375	212	6.15	7.15
Liberia	16	317	3935	640	6.30	4.70
El Palenque	66	433	3396	262	6.10	3.98
Vegas del Tempisque	100	580	4913	528	6.63	3.62
Mojica	25	420	5682	1113	6.88	2.40

* Comunicación personal.

Vegetación

De acuerdo con el estudio del Consejo Nacional de Producción (10), se tienen en el área de estudio, una asociación climática y otra edáfica, o de encinar de Quercus oleoides sobre roca pómez (véase Fig. 8).

Lauer (26) clasifica los siguientes tipos de vegetación para el área de estudio: bosque decíduo semi-árido y sabanas semi-áridas, bosque semi-húmedo con Quercus parcialmente con sabanas de montaña, y en la parte más alta de la cordillera, el bosque ombrófito siempre verde de montaña.

Holdridge (20) describe al Q. oleoides, ocupando suelos pobres de rivados de rocas de piedra pómez, en la zona de vida "bosque seco tropical". Las especies arbóreas características de esta formación son las siguientes: Tabebuia chrysantha, Swietenia humilis, Bombacopsis quinatum, Pithecolobium samán, Astronium graveolens, Guazuma ulmifolia, Ceiba pentandra, Sloanea quadrivalvis y Acrocomia vinifera. En tierras de aluvión, con agua más próxima a la superficie se encuentran algunas especies del bosque húmedo tropical, como Anacardium excelsum y Brosimum sp.

Montoya Maquin (36) reconoce en el área de estudio, dos tipos característicos de vegetación, bosque seco decíduo y sabana arbolada. El primero ocupa las partes bajas con mejor suelo, donde el Quercus oleoides se comporta como dominante o codominante, la altura media del dosel es de 12 a 15 m, observándose algunos ejemplares de casi 25 m de altura. La sabana arbolada está compuesta casi exclusivamente por Q. oleoides, Byrsonima crassifolia y Curatella americana, este estrato

ASOCIACIONES VEGETALES DE LA ZONA TROPICAL SECA EN EL AREA DE ESTUDIO,
PROVINCIA DE GUANACASTE, COSTA RICA.-

Adaptado del mapa del Consejo Nacional de Producción (1960)

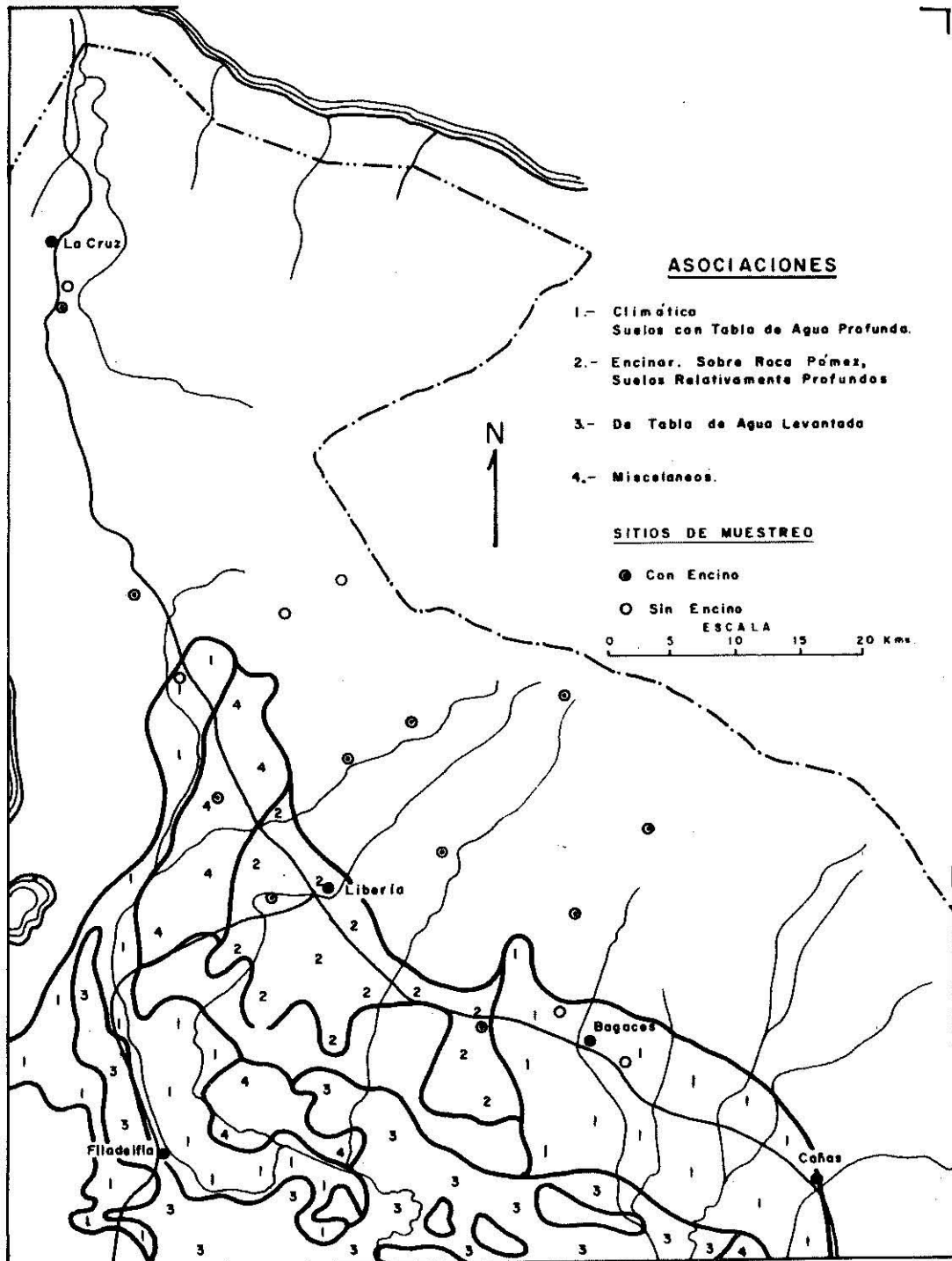


FIG. Nº 8

arboreo es de 3 a 6 m de altura.

Según Budowski, citado por Montoya Maquin (36), las especies que se observan junto con el Quercus oleoides en Guanacaste, son las siguientes: Acacia cornigera, Achras, sapota, Andira inermis, Anona sp., Astronium graveolens, Apeiba tibourbou, Bombacopsis quinatum, Bromelia pinguin, Bursera simaruba, Byrsonima crassifolia, Calycophyllum candidissimum, Cecropia peltata, Cedrela odorata, Cochlospermum vitifolium, Cordia alliodora, Curatella americana, Chlorophora tinctoria, Enterolobium cyclocarpum, Ficus sp., Genipa americana, Guazuma ulmifolia, Luehea speciosa, Miconia argentea, Pithecolobium saman, Psidium sp., Pterocarpus hayesii, Simaruba glauca, Spondias mombin, Sweetia panamensis, Tabebuia chrysantha y Tabebuia pentaphylla.

Influencias Humanas

Holdridge (20) explica la formación de sabana con Quercus oleoides, Byrsonima crassifolia y Curatella americana, como un resultado de las quemadas y limpiezas excesivas e introducción de pastos exóticos. Las sabanas originales estuvieron restringidas en Guanacaste a las áreas pantanosas y esplanadas poco profundas, donde los árboles no podían vivir todo el año, debido a la estación seca.

Montoya Maquin (36) deduce que la presencia del Q. oleoides en los suelos más desfavorables de Guanacaste, se debe principalmente a una fuerte presión antropógena y por lo tanto a los fuegos continuos que conducen a la formación de sabana.

El aspecto general de la vegetación en el área de estudio, muestra una alteración más o menos intensa, producida por influencias humanas;

las quemas son muy frecuentes y se producen regularmente todos los años durante el período seco. Estas quemas se realizan con el fin de incorporar áreas boscosas a la explotación agrícola y ganadera o como una práctica ligada al control de las malezas en los potreros. En general se eligen para estos fines, las tierras que están situadas en las partes planas.

A partir más o menos de los 500 m sobre el nivel del mar, ya en la Sierra Volcánica de Guanacaste, las quemas casi no se producen debido a la mayor humedad de estos lugares.

Los bosques accesibles han sido sometidos en su mayoría a una explotación selectiva de las especies valiosas.

Las quemas de extensas superficies boscosas, en suelos formados sobre las tobas volcánicas, con el fin de dedicarlos a cultivos agrícolas mediante el uso de maquinaria agrícola, han dado como resultado problemas serios en la conservación de los suelos. Aún en los suelos con pendientes inferiores al 5 por ciento, se observan lavados intensos en los suelos y con pendientes mayores se presentan deslizamientos del suelo sobre la toba. Por esta razón, las carreteras de penetración se vuelven intransitables en la época de las lluvias y como consecuencia, los cultivos agrícolas están situados a distancias relativamente cortas de las márgenes de la carretera interamericana y de la carretera Liberia-Nicoya.

METODOS

Selección de Sitios de Muestreo

Para elegir los sitios de muestreo, fue necesario previamente com penetrarse de las condiciones del área de estudio. Con este objeto se examinaron las fotografías aéreas que existen sobre esta área en las escalas de 1:60,000 y 1:20,000 efectuándose además tres viajes de re- conocimiento.

El primer viaje se llevó a cabo en el período seco (abril 1965) con el propósito de tener una idea acerca de la extensión del área cu- bierta por el Quercus oleoides. En base a lo recorrido en este viaje se delimitó un área tentativa de la distribución del Q. oleoides en Guanacaste con los siguientes límites naturales aproximados: al oeste el río Los Ahogados, al este el río Piedras, al sur el río Tempisque y al norte la Cordillera Volcánica de Guanacaste, hasta una altura aproximada de 1,500 m sobre el nivel del mar (véase Fig. 9).

Al iniciar la recolección de datos (mayo 1966), cuando se estu- diaban los tipos de bosques a lo largo de la carretera interamericana, se encontraron otros dos rodales con Q. oleoides al norte del área ten- tativa de distribución, delimitada en los viajes de reconocimiento, tal como se observan en la figura anterior.

En el segundo viaje realizado en la época lluviosa (octubre 1965), se hicieron algunos reconocimientos rápidos sobre los suelos y su re- lación con la vegetación de la zona. También se clasificaron algunas especies arboreas y se tomaron algunas muestras botánicas de las es- pecies más importantes.

LOCALIZACION APROXIMADA DEL QUERCUS OLEOIDES CHAM & SCHLECHT EN EL AREA DE ESTUDIO, PROVINCIA DE GUANACASTE, COSTA RICA.-

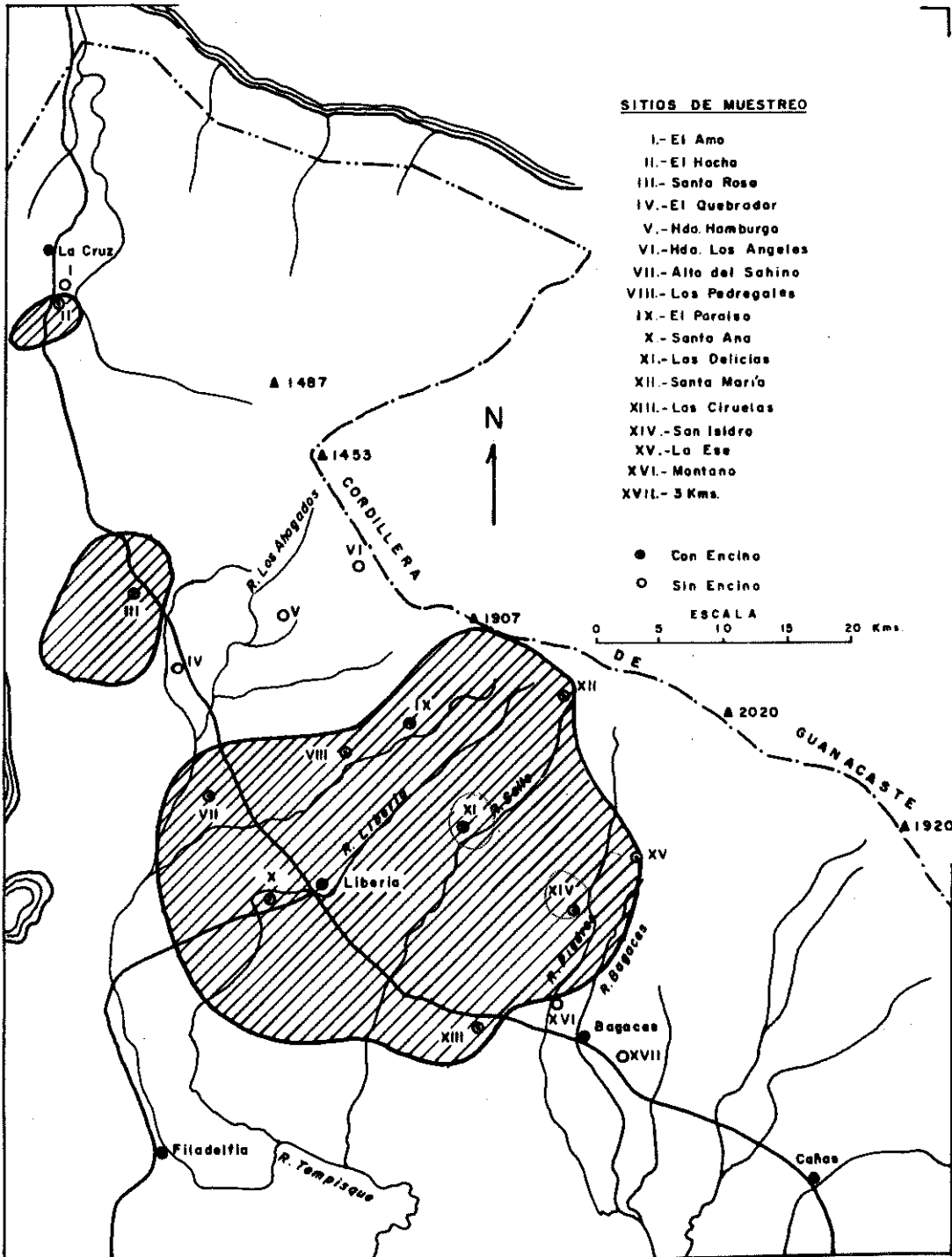


FIG. N° 9

El último de estos viajes de reconocimiento fue en enero de 1966 y se llevó a cabo con el fin de interpretar las fotografías aéreas y posteriormente delimitar en relación a esta información, el área total cubierta por el encino (Quercus oleoides). Lamentablemente se comprobó la imposibilidad de distinguir esta especie en las fotografías aéreas, ni aún en las de escala 1:20,000; por esta razón la elaboración del mapa de distribución del Q. oleoides se basa exclusivamente en los reconocimientos terrestres.

Una vez conocidos los sectores con bosques de encino, se seleccionaron los sitios de muestreo, los mismos que se situaron en lugares que en opinión del autor eran representativos del área en relación a la especie en estudio.

Se establecieron por lo tanto, sitios de muestreo comparables en los lugares con Q. oleoides y en los bosques circundantes sin esta especie, con el fin de establecer las diferencias que podrían presentarse en los factores ambientales de estas dos agrupaciones.

En total se eligieron 17 sitios de muestreo con una superficie de 5,000 metros cuadrados cada uno, ubicados en dos zonas fisiográficas dentro del área de estudio, o sea la Meseta Volcánica de Santa Rosa y la Sierra Volcánica de Guanacaste.

La Meseta Volcánica de Santa Rosa se dividió arbitrariamente, de acuerdo a la pendiente, en dos partes: la parte plana con pendientes menores al 5%, que se extiende aproximadamente hasta la cota de 300 m y la parte de laderas con una pendiente del 5 al 20%, comprendida entre las cotas 300 y 500.

La Sierra Volcánica de Guanacaste se extiende a partir de los

500 m de altitud sobre el nivel del mar, hasta la cumbre de los volcanes, alcanzando en el Volcán Miravalles la altura máxima (2,020 m). El relieve de esta sierra es escarpado, con pendientes de 20 a 65%.

La ubicación de los sitios de muestreo, con relación a la formación geológica, fisiografía, pendiente, altura y presencia o ausencia del Quercus oleoides se resume en el cuadro 4.

Toma de Datos

En los sitios de muestreo se establecieron líneas base, con el origen y dirección determinados por los rodales de bosques, el rumbo se mantuvo con ayuda de una brújula. Se tomaron en cuenta todos los árboles con diámetros a la altura del pecho (DAP) igual o mayores a 10 cm, que se encontraban situados a una distancia de 5 m a cada lado de las líneas base, formando fajas de 10 m de ancho.

Se tomó en cuenta solamente la vegetación en los bosquetes donde cruzaban las fajas, no tomando datos en los claros sin vegetación arbórea, reiniciándose por consiguiente las fajas a partir del rodal de bosque más próximo; para lo cual era necesario a veces cambiar de rumbo.

En las fajas se colocaron estacas numeradas cada 10 m, obteniéndose de este modo 50 parcelas en 16 de los sitios, ya que en el sitio VI sólo se midieron 25 parcelas, por causa de la lluvia que impidió retornar a concluir el levantamiento de este sitio.

Al tomar los datos se observó que los árboles de Quercus oleoides se agrupaban en manchones. En los más característicos de estos se muestrearon los suelos con un barreno, anotándose la profundidad. En

Cuadro 4. Localización de los Sitios de Muestreo

Sitio	Lugar	Altura m.s.n.m.	Fisiografía	Pendiente %	Formación Geológica	Encino
I	El Amo	200	Meseta Volcánica Santa Rosa	0-1	Bagaces	Ausente
II	El Hacha	220	Meseta Volcánica Santa Rosa	3-1	Bagaces	Presente
III	Santa Rosa	210	Meseta Volcánica Santa Rosa	2-3	Bagaces	Presente
IV	El Quebrador	95	Meseta Volcánica Santa Rosa	0-1	Bagaces	Ausente
V	Hda. Hamburgo	400	Meseta Volcánica Santa Rosa	15-20	Bagaces	Ausente
VI	Los Angeles	520	Sierra Volcánica Guanacaste	30-40	Rocas Volcánicas no Diferenciadas	Ausente
VII	Alto del Sahino	100	Meseta Volcánica Santa Rosa	3-4	Bagaces	Presente
VIII	Los Pedregales	310	Meseta Volcánica Santa Rosa	15-20	Bagaces	Presente
IX	El Paraíso	500	Sierra Volcánica Guanacaste	30-40	Rocas Volcánicas no Diferenciadas	Presente
X	Santa Ana	100	Meseta Volcánica Santa Rosa	1-2	Liberia	Presente
XI	Las Delicias	300	Meseta Volcánica Santa Rosa	15-20	Liberia	Presente
XII	Santa María	800	Sierra Volcánica Guanacaste	30-40	Rocas Volcánicas no Diferenciadas	Presente
XIII	Las Ciruelas	100	Meseta Volcánica Santa Rosa	1-2	Bagaces	Presente
XIV	San Isidro	300	Meseta Volcánica Santa Rosa	15-20	Bagaces	Presente
XV	La Ese	480	Sierra Volcánica Guanacaste	20-30	Rocas Volcánicas no Diferenciadas	Presente
XVI	Montano	90	Meseta Volcánica Santa Rosa	0-1	Bagaces	Ausente
XVII	3 Km.	95	Meseta Volcánica Santa Rosa	0-1	Bagaces	Ausente

base a estas perforaciones se eligieron lugares representativos cubiertos por el Q. oleoides, en los que se excavaron calicatas para el estudio del perfil del suelo.

Con los datos de profundidad de suelos obtenidos en los manchones con Q. oleoides, en comparación con la profundidad de suelo en la parte de cada sitio de muestreo, cubierto por otras especies, se elaboró la figura 10; en la que se observa al encino ocupando el suelo menos profundo de los sitios.

En los sitios de muestreo sin encino, el procedimiento para elegir el sitio de excavación y describir el perfil del suelo, fue también después del reconocimiento con barreno.

Datos para el estudio de la vegetación

Para el estudio de la vegetación se identificaron por los nombres vulgares y se midieron todos los árboles con un DAP de 10 cm o más y se les tomaron las alturas total y de fuste, con un hipsómetro de Christen. Estos datos tomados en las parcelas de cada sitio se anotaron en el cuaderno de campo, para su posterior análisis.

Se apuntaron además las observaciones realizadas acerca de las quemas y explotaciones de los bosques, así como cualquier otra alteración que podía haberse producido en la vegetación.

Datos para el estudio de los suelos

Los datos de suelos corresponden a las descripciones de los perfiles y a las profundidades encontradas en base a los barrenamientos. La descripción del perfil del suelo se hizo de acuerdo a las

COMPARACION DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO OCUPADO POR ENCINO, Y OTRAS ESPECIES.-

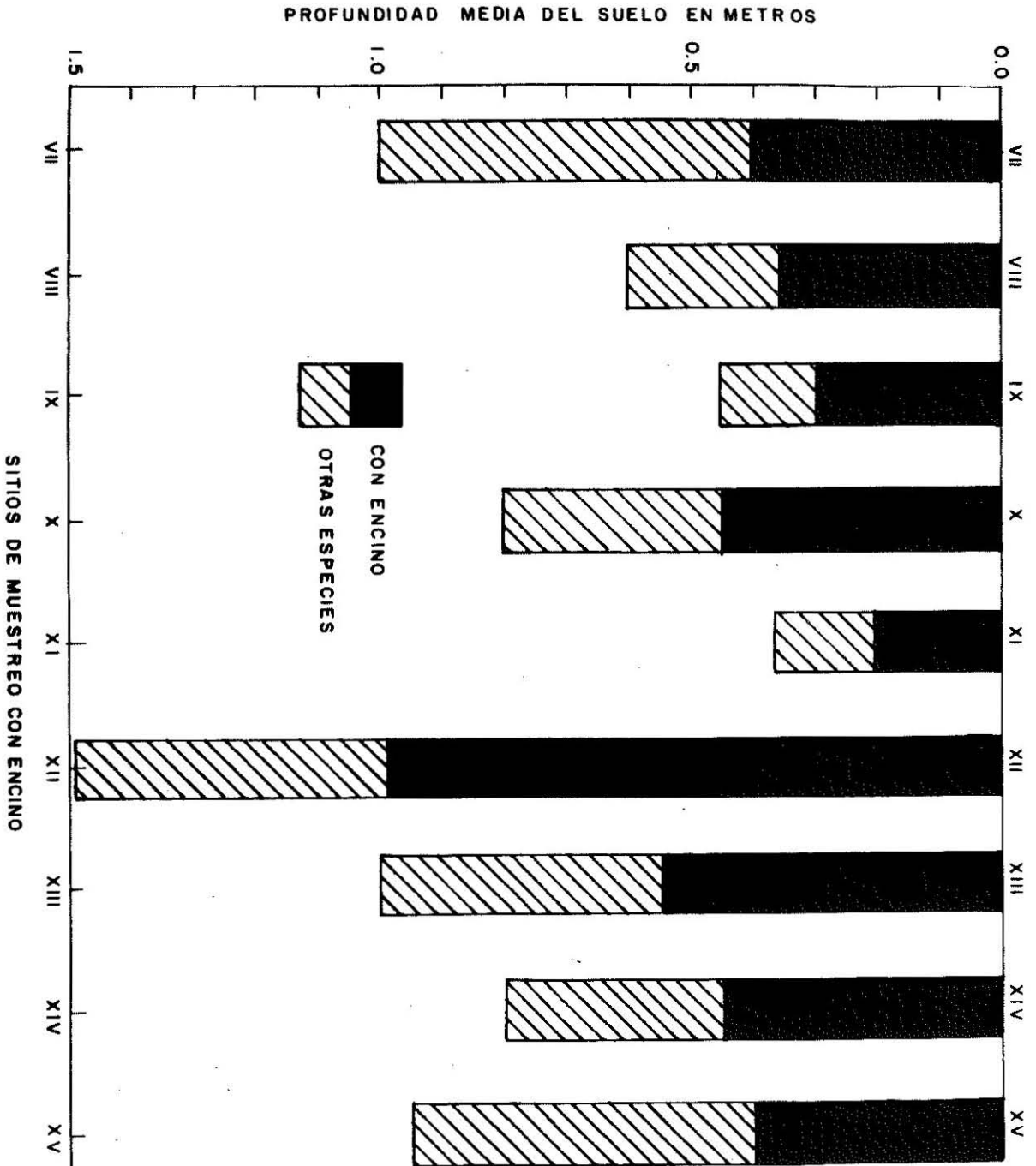


FIG. Nº 10

recomendaciones del Soil Survey Manual (47).

Para los análisis físicos y químicos de los suelos en el laboratorio, se tomaron muestras de las diferentes capas del perfil del suelo. Para las determinaciones de porosidad se tomaron muestras, mediante la inserción de cilindros de latón de volumen conocido, con el contorno de una de sus bases afilado. La inserción se realizó con la ayuda de un mazo de caucho, luego se quitaron los cilindros y se eliminó la tierra de sus partes externas con un cuchillo bien afilado; cada cilindro se colocó en una bolsa de polietileno numerada.

Se hicieron determinaciones de la velocidad de infiltración, en la toba superficial de los sitios XI y XIV correspondientes a las formaciones Liberia y Bagaces respectivamente. La determinación de la velocidad de infiltración se efectuó empleando el método de los anillos infiltrométricos concéntricos (24).

El anillo interno tenía 30 cm de diámetro y el nivel del agua se mantuvo a 1 cm de altura sobre la superficie del suelo, durante el transcurso de cada determinación. En intervalo de lecturas fue de 5 minutos y el tiempo total de una hora.

En las cercanías de la localidad de Cañas Dulces, se observaron ejemplares de Quercus oleoides creciendo sobre la diatomita, por lo que se tomaron muestras de este material para su análisis en el laboratorio.

Análisis de Datos

Vegetación

La identificación de las especies arbóreas encontradas en los diferentes sitios de muestreo fue bastante difícil, debido a la gran cantidad de especies que se tienen en el área de estudio, muchas de ellas poco conocidas y sin valor económico. Por otra parte los nombres vulgares son locales y varían a veces de una persona a otra.

Sin embargo, con la ayuda de muestras de herbario coleccionadas en el campo y las descripciones y trabajos de varios autores (4, 39, 42, 43), la mayor parte de las especies encontradas fue clasificada.

Para el estudio de la vegetación se utilizaron el Índice de Importancia y el Índice de Asociación.

El Índice de Importancia (IVI) es la suma aritmética de la abundancia relativa, frecuencia relativa y expansión horizontal expresadas en por ciento, de acuerdo con Curtis y Mc Intosh (12). La expansión horizontal se calculó en base a las mediciones de DAP (diámetro a la altura del pecho) de los árboles. Abundancia y Frecuencia se calcularon por el método usual, a partir de los datos colectados en el campo.

El Índice de Asociación proporciona una medida simple y directa de la relación de asociación entre dos especies cualquiera.

Este índice según Dice (14) se obtiene dividiendo el número (a) de muestras al azar de series dadas en las cuales la especie A ocurre, dentro el número (h) de muestras en donde las especies A y B ocurren juntas; por lo tanto,

$$\text{Índice de asociación } B/A = h/a$$

La fórmula para el índice recíproco es:

$$\text{Índice de asociación A/B} = h/b$$

Para conocer si una asociación es o no significativa, Forbes citado por Dice (14) estableció un Coeficiente de Asociación, que se obtiene multiplicando el número de parcelas donde ocurren A por el número de parcelas donde ocurren B, y dividiendo este producto por el número de parcelas donde se encuentran A y B juntos multiplicado por el número total de parcelas.

Este coeficiente toma un valor igual a 1 cuando la asociación entre dos especies es exactamente la que se esperaría debido a distribución al azar. Una asociación positiva perfecta teóricamente da un valor de 2 y una asociación negativa perfecta un valor de cero.

Se calculó el Índice de Importancia para las especies que estaban representadas por más de 15 individuos en cada sitio de muestreo; posteriormente se procedió a calcular el índice de asociación de cada una de estas especies con el Q. oleoides, luego se aplicó la prueba del Coeficiente de Asociación en cada caso.

Para el cálculo de Índice de Asociación se eligieron además aquellas especies que se juzgaba que podrían tener una asociación, ya sea positiva o negativa, con el Quercus oleoides. Para este fin se elaboró un cuadro con las especies presentes en los sitios de muestreo con esta especie y sin ella (véase apéndice II).

Suelos

La mayor parte de los análisis de suelos se hicieron en el laboratorio del Departamento de Recursos Naturales Renovables del Ministerio

de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. La determinación de la porosidad de estos suelos se efectuó en el laboratorio del I.I.C.A.

Análisis físicos

En las muestras recolectadas en los perfiles de los sitios de muestreo se hicieron las siguientes determinaciones físicas:

Textura por el método de Bouyoucos (3).

Gravedad específica verdadera (peso específico real) por el método del pícnometro.

Gravedad específica aparente. El suelo contenido en los cilindros (ver toma de muestras) se traspasó a recipientes especiales para secarlos en la estufa a 105°C por 48 horas. Una vez conocido el peso seco se aplicó la relación

$$\text{Gravedad específica aparente} = \frac{\text{Peso suelo seco}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

Con los valores de gravedad específica verdadera y gravedad específica aparente se calculó la porosidad total, aplicando la fórmula

$$P = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100$$

Donde: P = porosidad total en por ciento
S₁ = gravedad específica verdadera
S₂ = gravedad específica aparente

Análisis químicos

pH se determinó por medio de un potenciómetro, usando una suspensión de suelo en agua en la proporción 1:1.

Porcentaje de materia orgánica. Fue determinado por el método de

Walkley y Black modificado, usando un fotocolorimetro y una curva patrón según recomienda Jackson (23).

Análisis de nutrientes solubles. Para extraer los nutrientes solubles se utilizó una solución de pH 3 de HCl y H_2SO_4 0.025 N (38).

El fósforo se determinó colorimetricamente usando el molibdato de amonio y ácido ascórbico como reductor, haciendo las lecturas media hora y tres horas después de la adición del ácido ascórbico en un fotocolorimetro con filtro rojo (38).

El potasio se determinó por el método turbidimétrico, tal como prescribe Russel (40), extrayéndolo con perclorato de sodio, precipitándolo luego con cobaltinitrito sódico y determinando la turbidez con un colorimetro.

El calcio y magnesio se determinaron por el método del versenato, de acuerdo con Jackson (23).

El manganeso se determinó usando un alicuota (5-10 cc.) del extracto ácido y oxidando este con 0.3 g de paraperyodato trisódico en presencia de 2 cc. de ácido ortofosfórico concentrado. El color desarrollado se comparó con patrones en el colorimetro a 540 $m\mu$ de longitud de onda (38).

RESULTADOS Y DISCUSION

Vegetación

La vegetación encontrada en los sitios de muestreo es bastante heterogénea puesto que se reconocieron 116 especies arbóreas diferentes. La mayoría de estas especies se presentan en la parte plana y de laderas, aproximadamente entre los 100 y 500 m sobre el nivel del mar, a partir de los 500 m se manifiesta un cambio en la vegetación arbórea apareciendo otras especies diferentes, de mayor tamaño y con fustes rectos, denotando la mayor humedad que se tiene en estas partes más elevadas.

Importancia del Quercus oleoides

De acuerdo a los cuadros correspondientes a los sitios muestreados (apéndice II) se observa que en todos los sitios en que se presenta el Q. oleoides, ostenta esta especie los valores de índice de valor de importancia (IVI) más altos, con un máximo de 213.71 en el sitio XI y un mínimo de 90.41 en el sitio XIII.

En los sitios en que el encino está ausente, las otras especies dominantes no alcanzan un índice de valor de importancia tan alto y varían entre 105.23 (Randia sp.) en el sitio IV y 42.88 (Tabebuia chrysantha) en el sitio XVI.

Asociación con otras especies

En base al apéndice II, se calcularon el Índice y el Coeficiente de Asociación del encino con las otras especies encontradas en los

sitios de muestreo. Los resultados se resumen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Asociación del Quercus oleoides con otras especies arbóreas encontradas en los sitios de muestreo.

Nombre vulgar	Nombre científico	Coefficiente de asociación
Huesillo	<u>Cupania guatemalensis</u>	1.67
Chumico, chaparro	<u>Curatella americana</u>	1.32
Guastomate	<u>Ardisia</u> sp.	1.32
Plomo	Flacourtiaceae	1.32
Caraño	<u>Bursera graveolens</u>	1.29
Nance	<u>Byrsonima crassifolia</u>	1.27
Peine mico	<u>Apeiba tibourbou</u>	1.20
Madero	<u>Gliricidia sepium</u>	1.16
Aceituno	<u>Simaruba glauca</u>	1.13
Guayacán	<u>Sweetia panamensis</u>	1.08
Poroporo	<u>Cochlospermum vitifolium</u>	1.08
Guácimo molenillo	<u>Luehea candida</u>	0.99
Guácimo	<u>Guazuma ulmifolia</u>	0.98
Jiñote	<u>Bursera simaruba</u>	0.95
Ardillo	<u>Pithecolobium arboreum</u>	0.93
Corteza	<u>Tabebuia chrysantha</u>	0.93
Yayo	<u>Rehdera trinervis</u>	0.93
Malacahuite	<u>Chomelia spinosa</u>	0.88
Cachito	<u>Tabernaemontana chrysocarpa</u>	0.77
Canelo	<u>Nectandra salicifolia</u>	0.77
Chaperno	<u>Lonchocarpus</u> sp.	0.77
Crucito	<u>Randia armata</u>	0.66
Guarumo	<u>Cecropia peltata</u>	0.62
Aguacatillo	Lauraceae	0.52
Guabillo	<u>Inga</u> sp.	0.52
Madroño	<u>Calycophylun candidissimum</u>	0.00
Manzano	<u>Dendropanax</u> sp.	0.00
Plátano	<u>Caryocar costaricense</u>	0.00

Para interpretar los datos del cuadro 5, se eligieron arbitrariamente los valores entre 0.75 a 1.25 como el rango de asociación que se esperaría debido al azar. Las especies con coeficientes superiores a 1.25 se consideran asociadas positivamente al encino; estas incluyen: huesillo, chumico, guastomate, plomo, caraño y nance.

Las especies asociadas negativamente, es decir con coeficientes de asociación menores a 0.75 son: crucito, guarumo, aguacatillo, guabillo, madroño, manzano y plátano.

Suelos

Los suelos de los sitios de muestreo están íntimamente relacionados a las formaciones geológicas, al grado de intemperización producida sobre estas formaciones y al tipo de relieve.

Estos suelos son relativamente recientes y no han desarrollado horizontes definidos. Se han originado por meteorización de la toba y roca volcánica, las cuales afloran en extensiones considerables. En ciertos sectores se han depositado aluviones sobre la toba dando como resultado suelos más profundos.

Características físicas

Del cuadro 6 se deduce que el espesor de los suelos de los sitios de muestreo, está en función de la profundidad en que se encuentran la toba compacta o la roca volcánica.

La textura de los suelos estudiados varía de franco arenoso a arcilloso con una estructura de granular fina a blocosa en la capa superficial y de blocosa a toba compacta en el subsuelo. Se observa sin

*

Cuadro 6. Descripción de los perfiles de suelos de los sitios de muestreo

Sitio	Profundidad en cm	Textura	Color	Estructura	Permeabilidad	Observaciones
I	0-1-	Arc.	Pardo oscuro (10 Y R 4/3)	Blocosa gruesa	Moderada	Concr. y motea mientos
	10-80	F.Arc-ar	Pardo (10 Y R 5/3)	Blocosa gruesa	Moderada	
	80-		Blanco	Toba compacta	Lenta	
II	0-10	F. Arc.	Pardo gris (10 Y R 5/1)	Granular fina	Rápida	Afloraciones de toba y rocas volcánicas
	10-		Gris rosado (7.5 Y R 5/2)	Toba compacta	Lenta	
III	0-10	F. Arc.	Pardo grisáceo (10 Y R 5/2)	Granular fina	Rápida	Afloraciones de toba y rocas volcánicas
	10-		Gris rosado (7.5 Y R 5/2)	Toba compacta	Lenta	
IV	0-60	F.Arc-ar	Pardo gris oscuro (2.6 Y 4/2)	Blocosa gruesa	Moderada	Toba bien teorizada
	60-	F. Arc	Pardo muy claro (10 Y R 8/3)	Blocosa gruesa	Lenta	
V	0-65	F. Arc.	Pardo gris oscuro (10 Y R 4/2)	Moderada	Lenta	
	65-150	Arc.	Pardo (10 Y R 5/3)	Blocosa		
VI	0-50	F. Arc.	Pardo gris muy oscuro (10 Y R 3/2)	Blocosa	Moderada	
	50-150	Arc.	Pardo a Pardo oscuro (2.5 Y 4/2)	Blocosa		
VII	0-10	F. Ar.	Pardo oscuro (10 Y R 4/2)	Granular fina	Rápida	
	10-45	F. Ar.	Pardo amarillo claro (10 Y R 6/4)	Granular fina	Rápida	
	45-		Blanco grisáceo	Toba compacta		
VIII	0-20	F. Ar.	Pardo (10 Y R 5/3)	Granular fina	Rápida	Afloraciones de toba y rocas volcánicas
	20-45	F. Arc.	Pardo rojizo (5 Y R 5/3)	Blocosa fina	Moderada	
	45-		Pardo rojizo	Toba compacta	Lenta	
IX	0-10	F. Arc.	Gris oscuro (10 Y R 4/1)	Granular	Moderada	Rocas volcánicas y toba
	10-40	Arc.	Pardo claro (7.5 Y R 6/4)	Blocosa		
	40-		Pardo rojizo	Toba compacta		

Continuación Cuadro 6.

Sitio	Profundidad en cm	Textura	Color	Estructura	Permeabilidad	Observaciones
X	0-15	F. Ar.	Pardo gris (10 Y R 5/2)	Granular gruesa	Rápida	Hardpan de Toba
	11-55	F. Ar.	Pardo claro (10 Y R 6/3)	Granular fina	Moderada	
	55-	F. Ar.	Pardo muy claro (10 Y R 7/4)	Gran. muy fina	Lenta	
XI	0-25	F. Ar.	Gris rosado (7.5 Y R 5/2)	Granular	Rápida	
	25-	F. Ar.	Rosado (7.5 Y R 8/4)	Toba compacta	Lenta	
	0-25	F. Ar.	Blanco	Toba compacta	Lenta	
XII	0-55	F. Ar.	Pardo gris muy oscuro (10 Y R 3/2)	Granular fina	Rápida	
	55-	F. Ar.	Pardo claro (10 Y R 6/3)	Toba compacta	Lenta	
XIII	0-40	F. Ar.	Pardo gris oscuro (10 Y R 4/2)	Granular fina	Rápida	
	40-70	F. Arc.	Pardo amarillo claro (10 Y 6/4)	Blocosa	Moderada	
	70-	F. Arc-Ar	Blanco gris (10 Y R 8/2)	Toba compacta	Muy lenta	
XIV	0-30	Franco	Pardo gris (10 Y R 5/1)	Granular	Rápido	
	30-	F. Arc-Ar	Blanco	Toba compacta	Lenta	
	0-20	Arc.	Pardo muy claro (10 Y R 5/4)	Blocosa	Lenta	
20-	F. Arc.	Blanco	Toba compacta	Lenta		
XV	0-15	F. Arc-Ar	Pardo gris oscuro	Blocosa fina	Rápida	Toba y rocas volcánicas
	15-90	F. Arc.	Pardo amarillo claro	Toba compacta	Lenta	
XVI	0-80	F. Arc.	Gris oscuro (10 Y R 4/1)	Blocosa	Moderada	
	80-	Ar. F.	Blanco	Toba porosa	Mod. rápida	
XVII	0-40	Arc.	Pardo oscuro (7.5 Y R 3/2)	Blocosa	Moderada	
	40-	Arc.	Pardo muy claro (10 Y R 7/4)	Blocosa	Lenta	

Continuación cuadro 7.

Sitio	Prof.cm	Porosidad	pH	Materia orgánica	Or %	Nutrimentos solubles en Kg/Ha				
						P	K	Ca	Mg	Mn
IX	0-10	50.8	6.2	7.3	8	400	4400	528	20	
	10-40	27.5	4.6	1.0	5	100	8800	336	15	
	40-									
X	0-15	31.4	6.5	5.3	5	150	4120	672	20	
	15-55	43.0	5.5	1.5	5	400	1200	888	50	
	55-	42.3	5.7	0.9	6	200	1520	744	30	
XI	0-25	40.7	6.2	5.9	5	100	3600	504	20	
	25-	23.0	6.0	1.2	5	600	3280	528	20	
	0-25	23.3	6.2	0.5	6	100	400	216	25	
XII	0-55	32.1	4.5	9.0	5	500	680	264	30	
	55	36.1	4.8	1.8	12	600	600	552	30	
XIII	0-40	33.1	6.2	6.4	10	200	4600	672	20	
	40-70	29.7	6.1	1.3	4	200	4600	672	20	
	70-	12.3	6.6	1.0	20	200	1400	840	12	
XIV	0-30	50.0	5.3	8.5	32	150	3480	744	300	
	30-	27.5	4.9	4.1	25	300	1040	528	120	
	0-20	21.1	5.8	2.1	8	300	1640	1416	10	
XV	20-	24.8	6.6	1.8	6	100	1720	648	30	
	0-15	15.2	6.0	7.3	5	150	6080	1104	150	
XVI	15-90	22.8	5.6	3.2	12	150	4040	1152	50	
	0-80	24.8	6.6	9.3	8	150	6360	576	150	
XVII	80-	41.2	6.6	2.1	8	100	680	192	50	
	0-40	32.1	5.6	4.6	70	300	4460	1224	50	
	40-	24.3	5.2	2.6	5	200	3440	1176	30	

Nota. No se tomaron muestras de suelos para análisis de laboratorio en el sitio II, por ser el suelo muy similar al sitio III.

Las determinaciones de la velocidad de infiltración, en la toba superficial correspondiente a las formaciones geológicas Liberia y Bagaces (sitios XI y XIV) son de 2.76 y 2.67 cm/hora respectivamente. Estos resultados muestran que no hay mayor diferencia en la infiltración superficial de la toba en las formaciones mencionadas. De acuerdo con el Soil Survey Manual (47) estas velocidades de infiltración corresponden a la clase moderada (2.03 a 6.35 cm/hora).

Los análisis físicos realizados en la diatomita dieron una textura arcillo arenosa y una porosidad de 65.4%.

Comparando los sitios de muestreo con encino en relación a los sitios sin esta especie, en base a los análisis referentes a las características físicas de los suelos, se observa que se tienen diferencias únicamente en la profundidad en que se halla toba compacta.

Características químicas

Interpretando el cuadro 7 se nota lo siguiente: los suelos de los sitios de muestreo varían de muy fuertemente ácidos (pH 4.6) a neutros (pH 6.6). Son suelos de bajo contenido de materia orgánica, exceptuando los suelos superficiales de ciertos sitios, que presentan un contenido de materia orgánica un poco mayor.

Respecto a los nutrimentos solubles determinados en muestras de estos sitios se aprecia que estos suelos son de una fertilidad regular a baja, notoriamente deficientes en fósforo; estos resultados concuerdan con lo hallado en algunos suelos pumiceos en los Estados Unidos (51).

Los análisis químicos realizados en la diatomita dieron un pH de 4.9, un contenido de materia orgánica de 1.2%; el contenido de

nutrimentos solubles en kilogramos por hectárea es como sigue: el fósforo 12, potasio 50, calcio 1,520, magnesio 264, manganeso trazas.

De acuerdo a las características químicas estudiadas, se encuentra que no existen diferencias considerables entre sitios con encino y los sitios sin esta especie.

CONCLUSIONES

De esta investigación, realizada con objeto de establecer el factor ecológico determinante en la distribución del Quercus oleoides, en el límite sur de su distribución geográfica en Guanacaste, Costa Rica, se infiere lo siguiente.

Clima

Las condiciones climáticas en que se halla el Quercus oleoides son variables, principalmente debido a la altitud, por lo que se concluye que este factor no influye en la distribución de esta especie en el área de estudio.

Suelos

La toba compacta y la roca volcánica de las formaciones geológicas de la Meseta Volcánica de Santa Rosa y la Sierra Volcánica de Guanacaste, dan origen a suelos poco profundos. Se encontró que la distribución del Quercus oleoides coincide con estos suelos. Las otras características edáficas no están relacionadas a la distribución de esta especie en el área de estudio.

Vegetación

El Quercus oleoides es la especie en el área de estudio que se adapta mejor a las condiciones adversas del limitado espacio radical, adquiriendo una dominancia en la vegetación arbórea.

Existen otras especies arbóreas asociadas que toleran también

estas condiciones adversas.

Influencias Humanas

No se ha encontrado que el fuego tenga un efecto determinante en la distribución del Quercus oleoides en Guanacaste. Con excepción de la Sierra Volcánica de Guanacaste, todo el área de estudio está sometida a quemas. Sin embargo el encino se presenta solamente en ciertos lugares de la parte del área afectada por las quemas, e inversamente, se presenta también en ciertos sectores de la sierra donde no se quema la vegetación.



RESUMEN

El presente estudio se realizó con el propósito de determinar el factor ecológico más importante en la distribución del Quercus oleoides. El área para este estudio se situó en la provincia de Guanacaste, Costa Rica; donde se encuentra el límite sur de su distribución geográfica.

Para los factores climáticos relacionados al Quercus oleoides, se consideraron diez estaciones meteorológicas, y se calculó la evapotranspiración potencial en las estaciones que tenían registros de temperatura y precipitación. Se observó que la especie estudiada se extiende en condiciones climáticas variables dentro del área de estudio.

Para tomar los datos de campo se seleccionaron sitios de muestreo, considerando la altura sobre el nivel del mar, la fisiografía, la formación geológica y la presencia o ausencia de encino.

El estudio de la vegetación de los sitios de muestreo, se hizo tomando en cuenta los árboles con un DAP de diez centímetros o más, calculándose el Índice de Valor de Importancia. También se calcularon el Índice y el Coeficiente de Asociación del Quercus oleoides con otras especies arbóreas.

Se describieron asimismo los perfiles de suelos de cada sitio y se colectaron muestras para análisis físicos y químicos de laboratorio.

En general se encontraron las mismas especies arbóreas en los sitios de muestreo, exceptuando los sitios de la Sierra Volcánica de Guanacaste, que muestran algunas especies diferentes a las encontradas en los sitios de la Meseta Volcánica de Santa Rosa.

En los sitios con encino, esta especie alcanza los Indices de Valor de Importancia más altos, en asociación con varias otras especies arbóreas. En los sitios sin encino, los valores máximos alcanzados por las especies dominantes son comparativamente menores.

Se estableció que el efecto debido al fuego no es determinante en la distribución del Quercus oleoides en Guanacaste.

Se encontró como factor determinante en la distribución del Quercus oleoides en Guanacaste, Costa Rica, la presencia de toba compacta y roca volcánica que determinan la poca profundidad del suelo, la cual favorece a esta especie en la competencia con las otras especies arbóreas por ocupar este limitado espacio radical.

SUMMARY

The present study was carried out to determine the ecological factor which plays the most important role in the distribution of encino (Quercus oleoides).

The study area was located in the province of Guanacaste (Costa Rica), where the southern limit of the distribution of the species is found.

Ten meteorological stations within the area were considered to measure the climatological factors related with encino; the potential evapotranspiration was calculated in those stations which offered rain and temperature data. It was observed that encino grows in different climatological conditions within the area.

Sample sites were selected considering the following factors: height above sea level, physiography, geology, and presence or absence of encino.

Only trees with a DBH of ten centimeters or more were considered for the calculation of Importance Value Index, Association Index and Association Coefficient.

Soil profiles were described at each site and soil samples were taken for laboratory analysis.

In general, the same tree species were found at all the sample sites, except for the sites located in the Sierra Volcánica de Guanacaste.

Encino reached the highest values in the Importance Value Index on all the sites where it was found, and these values were higher

than those of the dominant species in the sites without encino.

It was found that fire does not play a determinant role upon the distribution of encino in Guanacaste.

Instead the following explanation is proposed: The presence of compact tuff and other volcanic rocks near the surface determine soil depth, and only few species of trees can compete with encino in this limited environment.

LITERATURA CITADA

1. AUBREVILLE, A. Conferencias sobre ecología forestal tropical. Traducción del francés por J. M. Montoya Maquin. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 74 p. (Mimeografiado)
2. BARTLETT, H. A method of procedure for field work in tropical American phytogeography based upon a botanical reconnaissance in parts of British Honduras and the Peten forest of Guatemala. In Botany of the Maya Area: Miscellaneous papers I-XIII Washington. Carnegie Institution of Washington, 1936. pp. 3-25. (Publication 461)
3. BOUYUCOS, G. S. The hydrometer method for studying soils. Soil Science 25:365-369. 1928.
4. BUDOWSKI, G. La identificación en el campo de los árboles forestales más importantes de la América Central. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. 326. (Mecanografiado)
5. _____ Tropical savannas a sequence of forest felling and repeated burning. Turrialba, Costa Rica 6(1-2):25-33. 1956.
6. _____ Algunas relaciones entre la presente vegetación y antiguas actividades del hombre en el trópico americano. In Actas del 33 Congreso Internacional de Americanistas, San José, Costa Rica, 1958. pp. 259-263.
7. COOK, O. F. Vegetation affected by agriculture in Central America. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry. Bulletin 145. 1909. 30 p.
8. CONTRERAS, A. Estudio de correlaciones de diferentes variables en la panoja del sorgo de grano (Sorghum vulgare Pers.) Tesis. San José, Universidad de Costa Rica, 1964. 83 p. (Mimeografiado)
9. COSTA RICA. CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCION. Mapa de asociaciones vegetales de la zona tropical seca de Costa Rica. San José, Costa Rica, 1959. Escala 1:250,000.
10. _____ CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCION. Reconocimiento de suelos de la zona tropical seca de Costa Rica. San José, Costa Rica, 1959. 22 p.
11. _____ DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS Y PETROLEO. Mapa geológico de Costa Rica. San José, Costa Rica, Ciudad Universitaria, 1963. Escala 1:750,000.

12. CURTIS, J. T. y Mc INTOSH, R. P. An upland forest continuum in the pairie forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32 (3):476-496. 1951.
13. DENGÓ, G. Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica. San José, Costa Rica, Instituto Geográfico, 1962. 112 p.
14. DICE, L. R. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26(3):297-302. 1945.
15. DONDOLI, C. Liberia y sus alrededores. *Suelo Tico (Costa Rica)* 4(18-19):65-69. 1950.
16. FISKELL, J. G. A. y ILEY, J. R. Report on the clay fraction of Costa Rica soils. Gainesville, University of Florida, 1961. 5 p. (Mimeografiado)
17. GAUSSEN, H. Theories et classification des climats et microclimats. *In* 3^{ème} Congrès International de Botanique, Paris, 1954, Sect. 7-8. pp. 125-130.
18. GOMEZ POMPA, A. La vegetación de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 29:76-120. 1965.
19. _____ Estudios botánicos en la región de Mizantla, Veracruz. México, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, 1966. 173 p.
20. HOLDRIDGE, L. La vegetación de Costa Rica. *In* Atlas Estadístico de Costa Rica. San José, Costa Rica, Dirección General de Estadística y Censos, 1953. pp. 32-33.
21. _____ The vegetation of Mainland Middle America. *In* Proceedings of the 8th Pacific Congress. Diliman, Quezon City, University of the Philippines, 1957. 4:148-161.
22. _____ Simple method for determining potential evapotranspiration from temperature data. *Science* 130(3375):572. 1959.
23. JACKSON, N. L. Soil chemical analysis. Engelwood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1958. 498 p.
24. JOHNSON, A. I. A field method for measurement of infiltration. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1963. 27 p. (Geological Survey Water-Supply Paper 1544-F).
25. KOEPPEN, W. Climatología; con un estudio de los climas de la tierra. Traducción de la 2a ed. alemana por Pedro Hendrichs Pérez. México, Fondo de Cultura Económica, 1948. 484 p.

26. LAUER, W. Climatological and phytogeographical outlines of Central America. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Summary of Seminar, 3 p. 1965. (Mimeografiado)
27. LOPEZ, A. Identificación y clasificación de los minerales de arcilla presentes en nueve suelos de Costa Rica. Tesis. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1963. 56 p. (Mimeografiado)
28. LLANOS, R. Estudios del movimiento, adsorción y desorción del sulfato en suelos tropicales, usando azufre radioactivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 62 p. (Mimeografiado)
29. LUNDELL, C. L. The 1936 Michigan-Carnegie a Botanical expedition to British Honduras. In Botany of the Maya Area: Miscellaneous papers: XIV-XXI. Washington, Carnegie Institution, 1940. pp. 1-57.
30. MADRIGAL, R. Algunas localidades con diatomita de Costa Rica. Informes Departamento de Geología, Minas y Petróleo. San José, Universidad de Costa Rica 2(5):1-13. 1960.
31. MAC DONALD, M. Informe final geológico y geográfico de Costa Rica. Revista Costa Rica, San José, 1920. s.n.t.
32. MARTINEZ, M. Los encinos de México y Centro América. Anales del Instituto de Biología (México) 22(2):351-368. 1951.
33. _____ Los encinos de México, IV. Anales del Instituto de Biología (México) 25(1-2):36-64. 1954.
34. _____ Los encinos de México, XII. Anales del Instituto de Biología (México) 30(1-2):63-83. 1959.
35. MIRANDA, F. Estudios acerca de la vegetación. In Beltrán, E., ed. Los Recursos Naturales del Sureste y su aprovechamiento. México, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, 1959. v. 2, pp. 215-271.
36. MONTOYA MAQUIN, J. M. Notas fitogeográficas sobre el Quercus oleoides Cham. y Schlecht. Turrialba, Costa Rica, 16(1): 57-66. 1966.
37. MULLER, C. H. The Central American species of Quercus. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication No. 477. 1942. 216 p.

38. NORTH CAROLINA. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Analytical methods used for the testing of farmers samples by the soil testing division. Raleigh, Agricultural Station, 1958. 11 p. (Mimeografiado)
39. PITTIER, H. Ensayo sobre plantas usuales de Costa Rica. 2a ed. rev. San José, Costa Rica, Editorial Universitaria, 1957. 264 p. (Serie Ciencias Naturales No. 2).
40. RUSSEL, A. D. A laboratory manual for soil fertility students. 3rd ed. Dubuque, Iowa, Brown, 1958. 84 p.
41. RZEDOWSKI, J. El extremo boreal del bosque tropical siempre verde en Norte América continental. Vegetatio 11(3-4): 173-198. 1963.
42. STANDLEY, P. C. Flora of Costa Rica. Field Museum Natural History (Botanical Serie) 18(1):1-318. 1937.
43. _____ y STEYERMARK, J. A. Flora of Guatemala. Fieldiana 24(3):1-432. 1952.
44. TAYLOR, B. W. Estudios ecológicos para el aprovechamiento de la tierra en Nicaragua. Managua, Ministerio de Economía, Instituto de Fomento Nacional y FAO, 1960. v. 1. 338 p.
45. _____ An outline of the vegetation of Nicaragua. Journal of Ecology 51(1):27-54. 1953.
46. TROJER, H. Algunas características agroclimáticas del trópico americano. In Reunión Internacional sobre problemas de la agricultura en los trópicos húmedos de América Latina, Lima-Belem do Para, Mayo-Junio 1966. 16 p. s. l. (Separata).
47. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Survey Manual. Handbook 18. 1951. 503 p.
48. VARGAS VAGLIO, O. Estudio preliminar de suelos; proyecto de riego del río Tempisque. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias. Boletín Técnico No. 30. 1959. 48 p.
49. WALTER, H. y LIETH, H. Klimadiagramm-Weltatlas. Jena, Deutschen Demokratisschem Republik, Gustav Fisher Verlag, 1960. p. irr.
50. WILLIAMS, L. Arboles y arbustos del Istmo de Tehuantepec. Lilloa 4:137-171. 1939.
51. YOUNGBERG, C. T. y DYRNESS, C. T. Biological assay of pumice soil fertility. Soil Science Society of America. Proceedings 29(2):182-187. 1965.

A P E N D I C E I.

DATOS CLIMATICOS

RESUMEN DE LOS DATOS CLIMATICOS EN LAS ESTACIONES METEREOLÓGICAS DEL AREA DE ESTUDIO

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
LA CRUZ 1935-1943 Latitud Norte 11º 13' Longitud Oeste 85º 38' Altura 248 m. s.n.m.													
P	37.4	17.4	40.6	16.2	152.8	406.6	181.4	261.8	246.4	256.7	235.1	168.2	2030.6
E T	125	130	135	140	140	135	135	135	135.0	130	130	125	1595.0
R	-87.6	-112.6	-94.4	-123.8	12.8	393.1	46.4	136.8	111.4	126.7	185.1	43.2	435.6
T Me	24.8	25.6	27.1	28.0	28.4	27.0	26.6	26.8	26.9	26.4	26.0	25.3	26.6
T Ma	27.9	29.1	31.1	32.5	32.6	30.7	30.1	30.7	31.2	30.6	30.6	28.3	30.4
T Mi	21.6	22.0	23.1	23.6	24.2	23.4	23.0	23.0	22.6	22.2	22.2	22.4	22.8
LIBERIA* 1937-1964 Latitud Norte 10º 37' Longitud Oeste 85º 26' Altura 144 m s.n.m.													
P	0.9	0.2	2.6	20.4	259.1	282.1	195.3	160.2	352.5	345.1	54.8	7.0	1680.2
E T	135	135	140	145	140	135	135	135	135	130	135	135	1635
R	-134.1	-134.8	-137.4	-124.6	119.1	147.1	60.3	25.2	217.5	215.1	-80.2	-128.0	45.2
T Me	27.0	27.0	27.9	28.6	28.3	27.2	27.1	27.0	27.1	26.5	26.7	27.0	27.3
T Ma	32.6	33.7	35.5	36.2	34.0	31.9	32.0	32.6	31.6	31.0	31.9	32.4	32.9
T Mi	21.3	20.4	20.3	21.1	22.6	22.6	22.5	22.5	22.5	22.1	21.6	21.4	21.7
FILADELFIA 1950-1964 Latitud Norte 10º 26' Longitud Oeste 85º 35' Altura 17 m s.n.m.													
P	0.0	16.1	5.8	4.0	318.2	271.3	138.3	162.3	372.9	462.9	95.6	0.0	1847.4
E T	140	140	150	150	150	140	145	140	140	135	135	140	1705.0
R	-140.1	-123.9	-144.2	-146.0	-168	-131.3	113.3	22.3	232.9	227.9	-39.4	-140	142.4
T Me	28.2	28.5	29.7	29.8	29.8	28.0	28.6	28.2	27.8	26.8	27.1	27.9	28.4
T Ma	34.7	34.7	36.1	35.6	35.1	32.2	33.1	32.8	31.8	30.9	31.7	32.9	35.5
T Mi	22.4	22.4	23.3	24.0	24.5	23.9	24.0	23.7	23.9	22.7	22.5	22.9	23.3
HDA. TENORIO 1951-1954 Latitud Norte 10º 37' Longitud Oeste 85º 07' Altura 396 m s.n.m.													
P	92.0	53.1	57.4	15.0	200.0	277.5	219.9	241.9	289.0	409.2	251.1	250.1	2356.2
E T	110	115	120	125	120	120	115	120	120	120	110	110	1405
R	-18	-61.9	-62.6	-110	80.0	157.5	104.9	121.9	169.0	289.2	141.1	140.1	951.2
T Me	22.0	22.8	23.9	24.7	24.3	23.7	23.2	24.0	23.9	23.7	22.5	22.3	23.4
T Ma	25.3	26.6	29.1	29.7	29.1	27.3	26.8	27.7	28.8	28.0	26.1	24.4	27.4
T Mi	18.6	18.9	18.7	19.8	19.6	20.0	19.6	20.4	18.4	19.5	18.9	19.3	19.3
CAÑAS 1921-1964 Latitud Norte 10º 25' Longitud Oeste 85º 07' Altura 95m. s.n.m.													
P	6.8	22.2	2.4	45.6	284.3	280.2	186.3	235.3	350.6	442.1	61.8	8.5	1926.1
E T	140	145	145	145	145	145	140	145	140	140	140	135	1705
R	-132.2	-122.8	-142.6	-99.4	139.3	135.2	4.63	90.3	210.6	302.1	-78.2	-126.5	221.1
T Me	27.9	29.9	29.1	29.3	28.9	28.7	28.5	28.9	28.5	27.9	28.2	27.5	28.5
T Ma	34.1	35.4	35.5	36.5	35.9	35.1	34.3	34.6	34.6	34.1	34.8	33.8	34.8
T Mi	21.7	22.5	25.5	22.4	22.2	22.8	26.6	22.9	22.0	21.8	21.7	21.3	22.2
GARCIA FLAMENCO 1952-1964 Latitud Norte 10º 50' Longitud Oeste 85º 30' Altura 400 m. s.n.m.													
P	45.8	14.5	7.0	23.1	277.8	414.9	218.6	247.1	417.6	466.8	130.6	84.1	2347.9
E T	113	108	125	125	120	108	116	113	110	113	107	112	1370
R	-67.2	-93.5	-118	-101.9	157.8	306.9	102.6	134.1	307.6	353.8	23.6	-27.9	1977.9
PEÑAS BLANCAS** 1959-1965 Latitud Norte 11º 13' Longitud Oeste 85º 38' Altura 44 m. s.n.m.													
P	37.8	12.6	8.4	16.4	161.6	236.0	242.2	248.5	295.9	262.0	143.9	61.3	1725.7
LOS INOCENTES 1952-1955 Latitud Norte 11º 03' Longitud Oeste 83º 51' Altura 246 m. s.n.m.													
P	59.5	23.4	56.9	27.7	222.2	290.4	240.5	247.1	334.1	289.4	182.8	143.0	2126.8
BAGACES 1953-1957 Latitud Norte 10º 31' Longitud Oeste 85º 15' Altura 80 m. s.n.m.													
P	0.0	0.0	0.0	30.1	284.3	229.8	223.6	282.4	420.7	437.7	53.1	7.2	1968.9
HDA. MOJICA 1951-1954 Latitud Norte 10º 24' Longitud Oeste 85º 13' Altura 9 m. s.n.m.													
P	2.5	17.8	43.2	32.4	250.2	280.2	186.3	282.4	420.7	336.0	50.7	9.4	1911.8

* Sin registros el año 1949

** Observaciones discontinuas

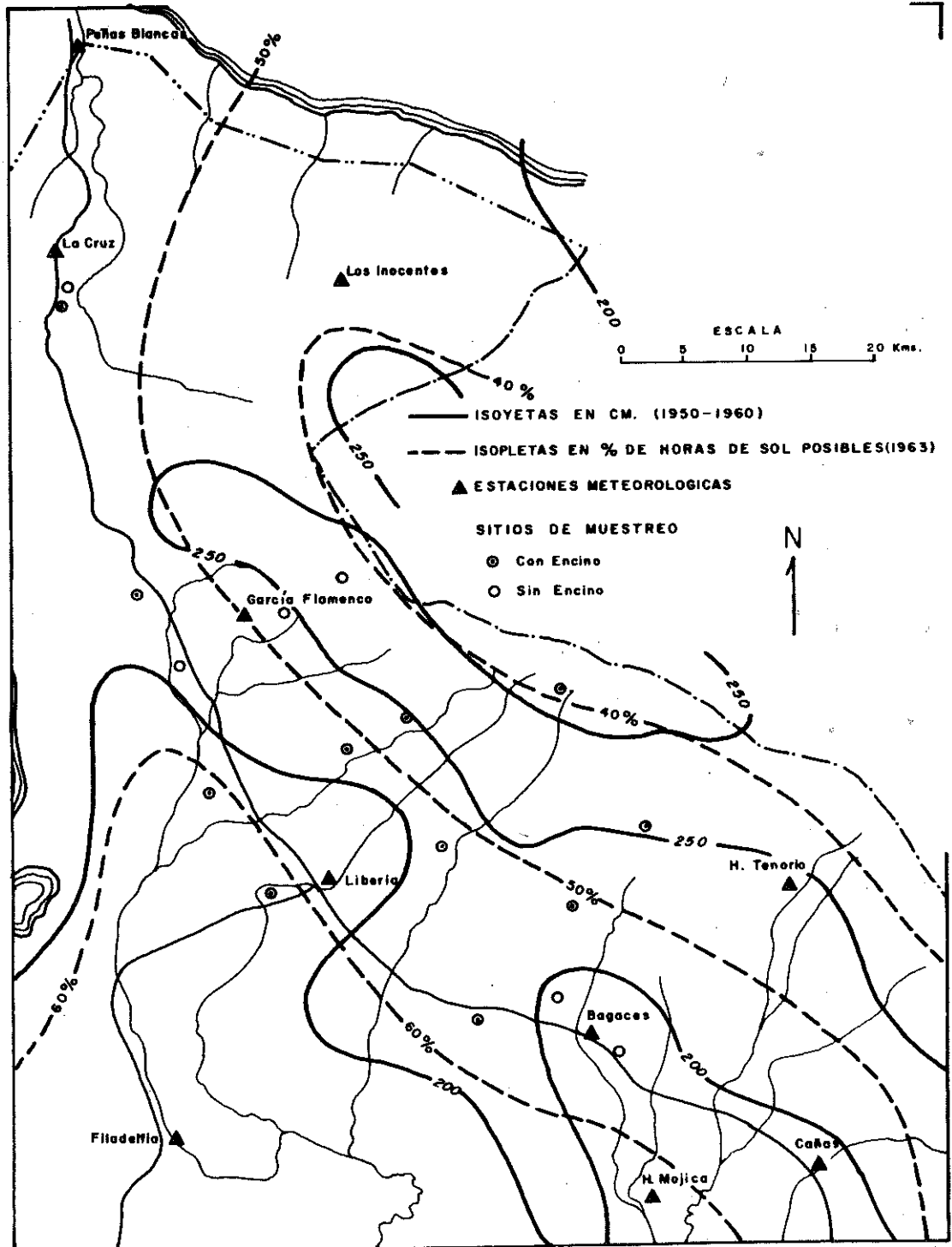
P : Precipitación (mm)
ET : Evapotranspiración potencial (mm)

R: Exceso de precipitación (mm)
T Me: Temperatura media

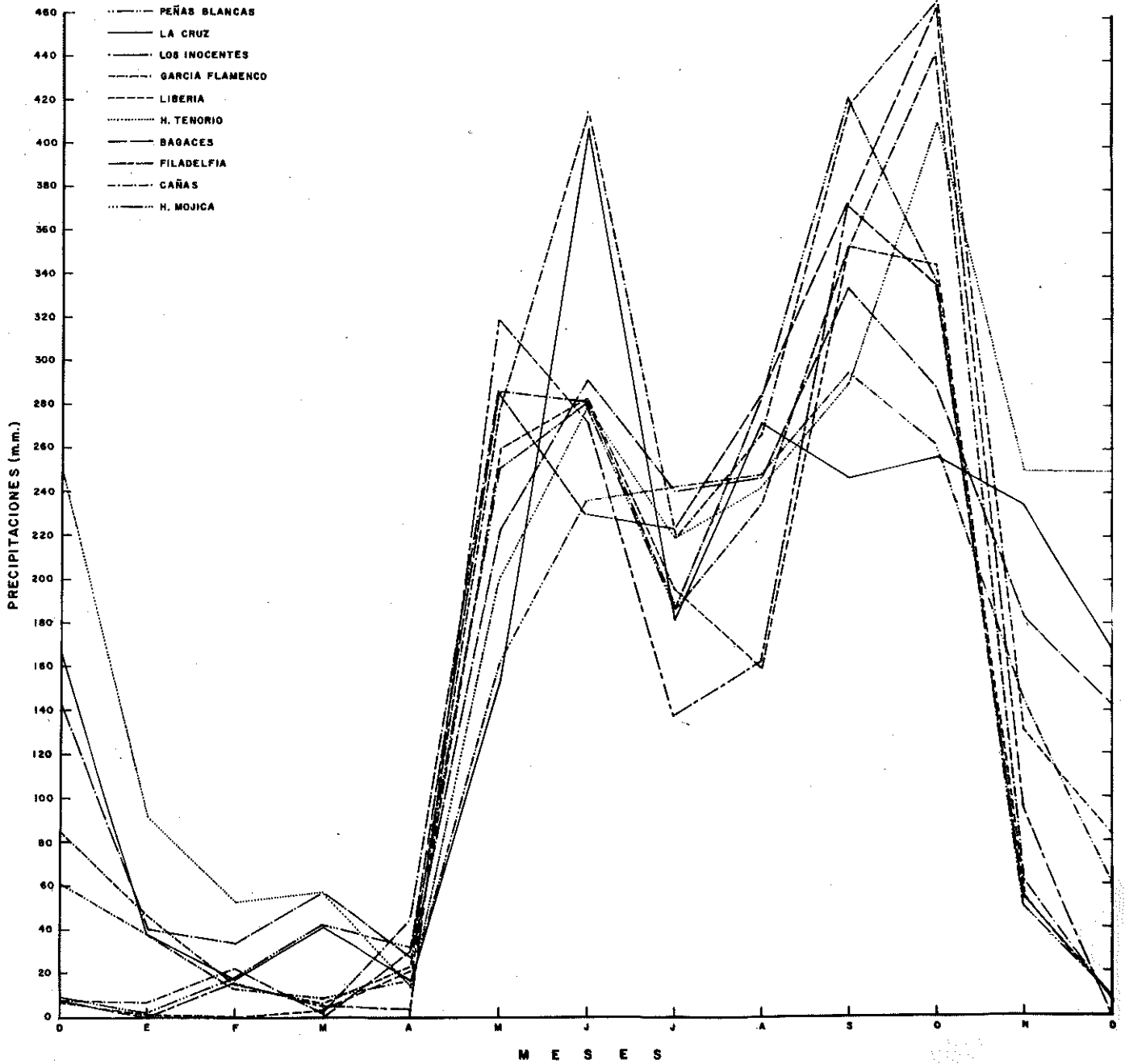
T Ma: Temperatura máxima
T Mi: Temperatura mínima

MAPA DE ISOYETAS ANUALES Y BRILLO SOLAR EN EL AREA DE ESTUDIO, PROVINCIA DE GUANACASTE, COSTA RICA.-

Adaptado de los mapas de Elliott Coen.- (1961 y 1963)

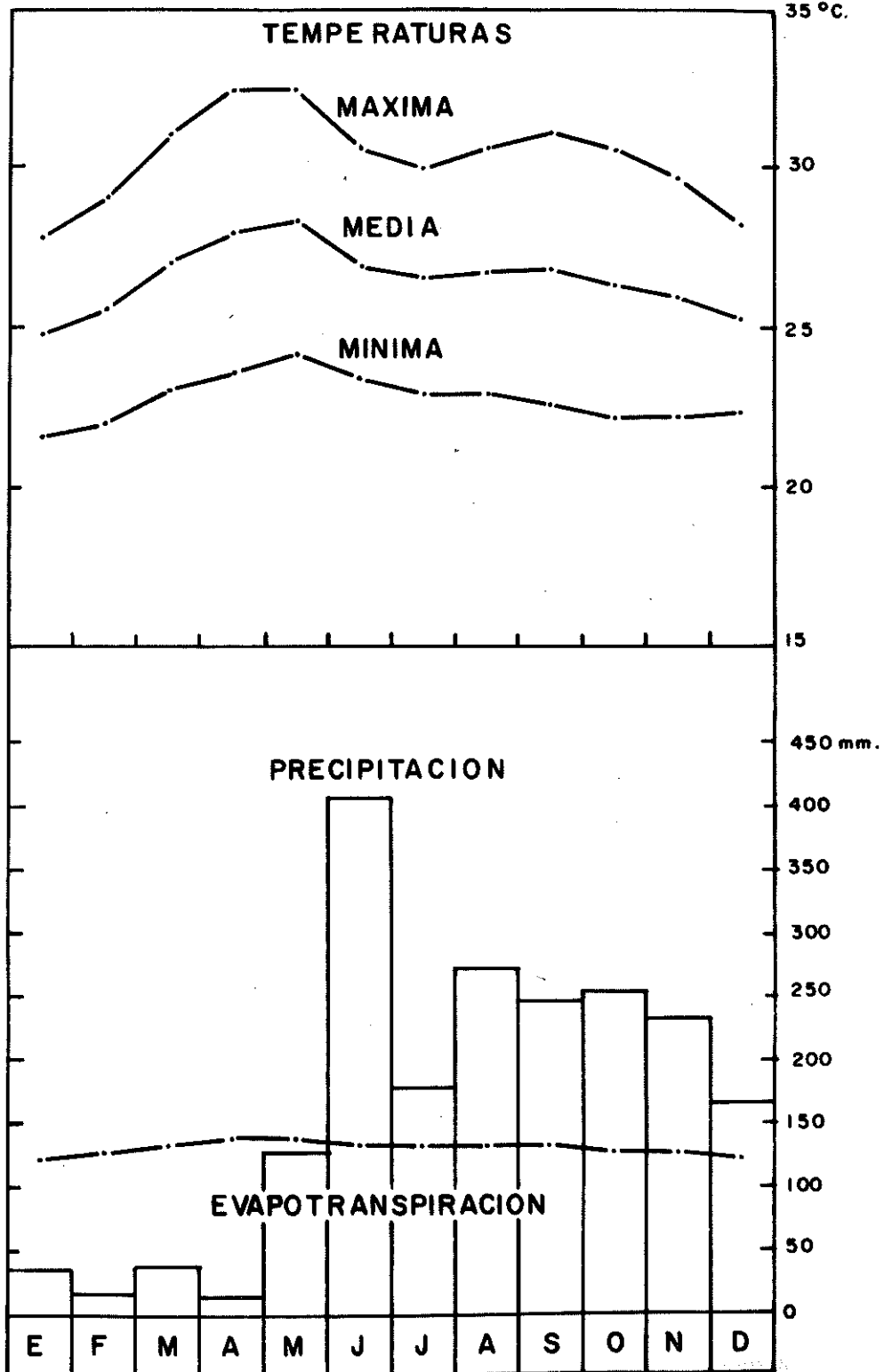


PRECIPITACION DE LAS DIEZ ESTACIONES SITUADAS EN EL AREA DE ESTUDIO



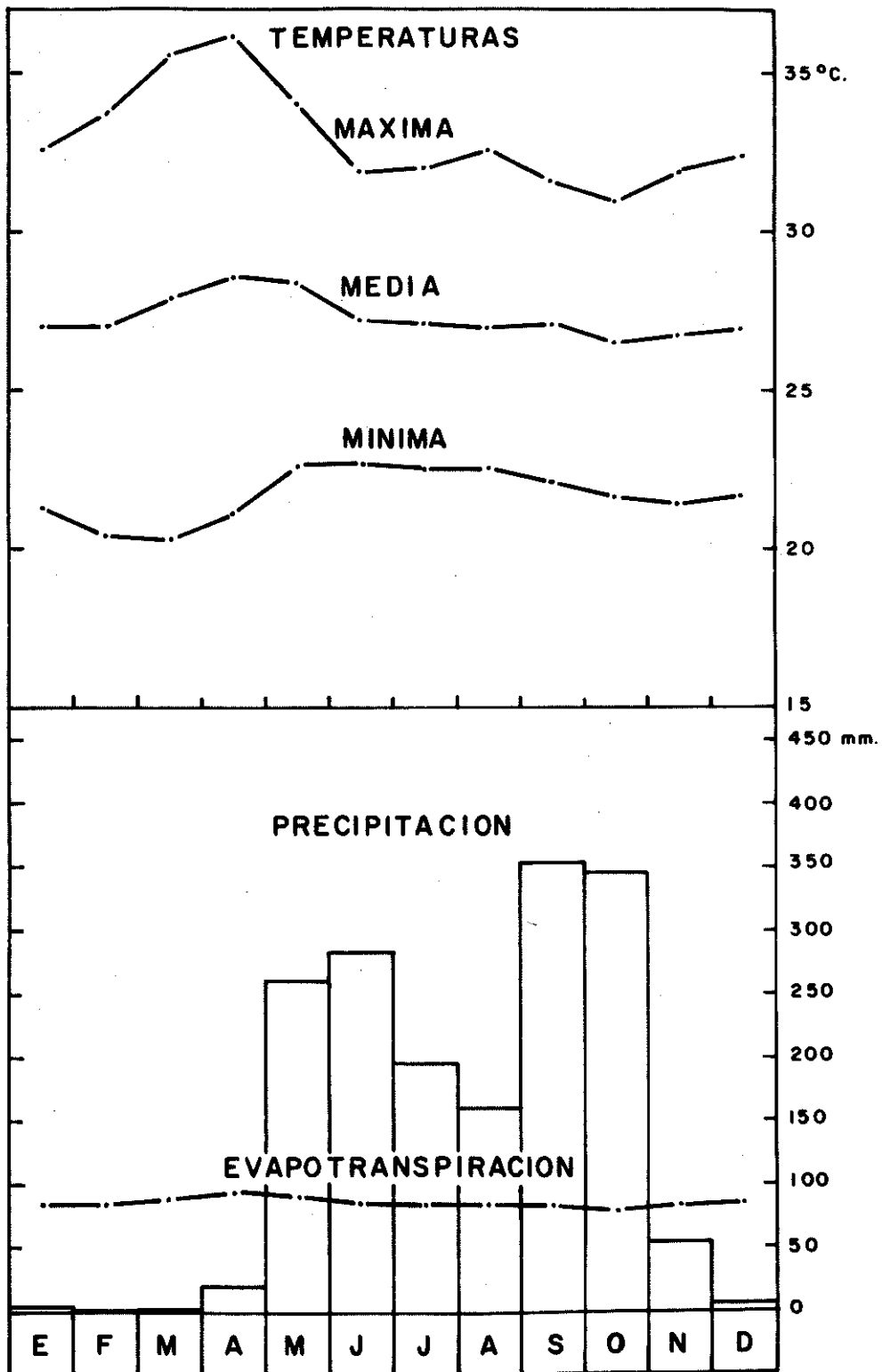
CLIMA DE LA CRUZ.

LONG. 85°38' O. - LAT. 11°13' N. - 44 mts. n/m.



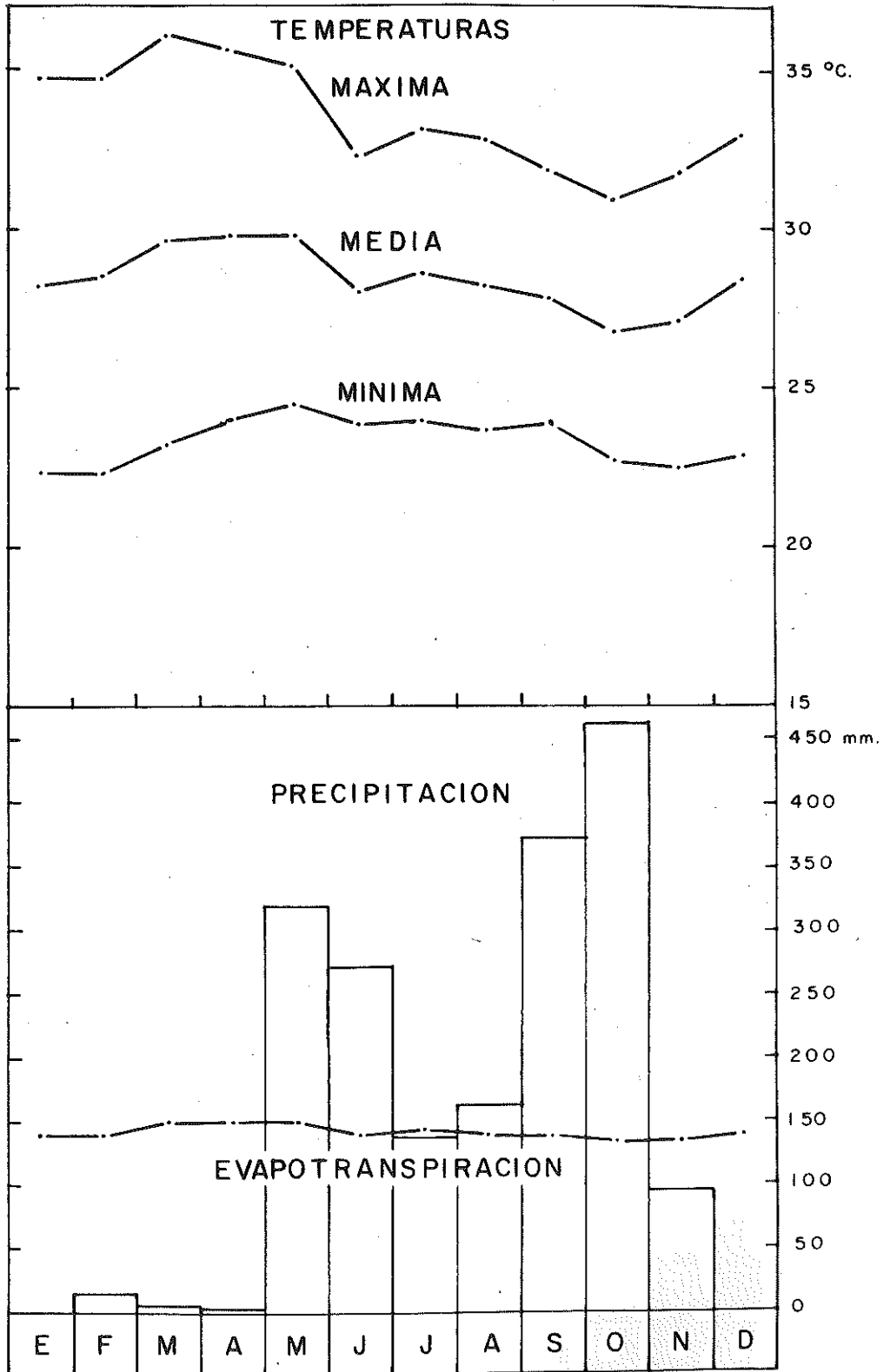
CLIMA DE LIBERIA

LONG. 85°26' O. - LAT. 10°37' N. - 144 mts. n/m.

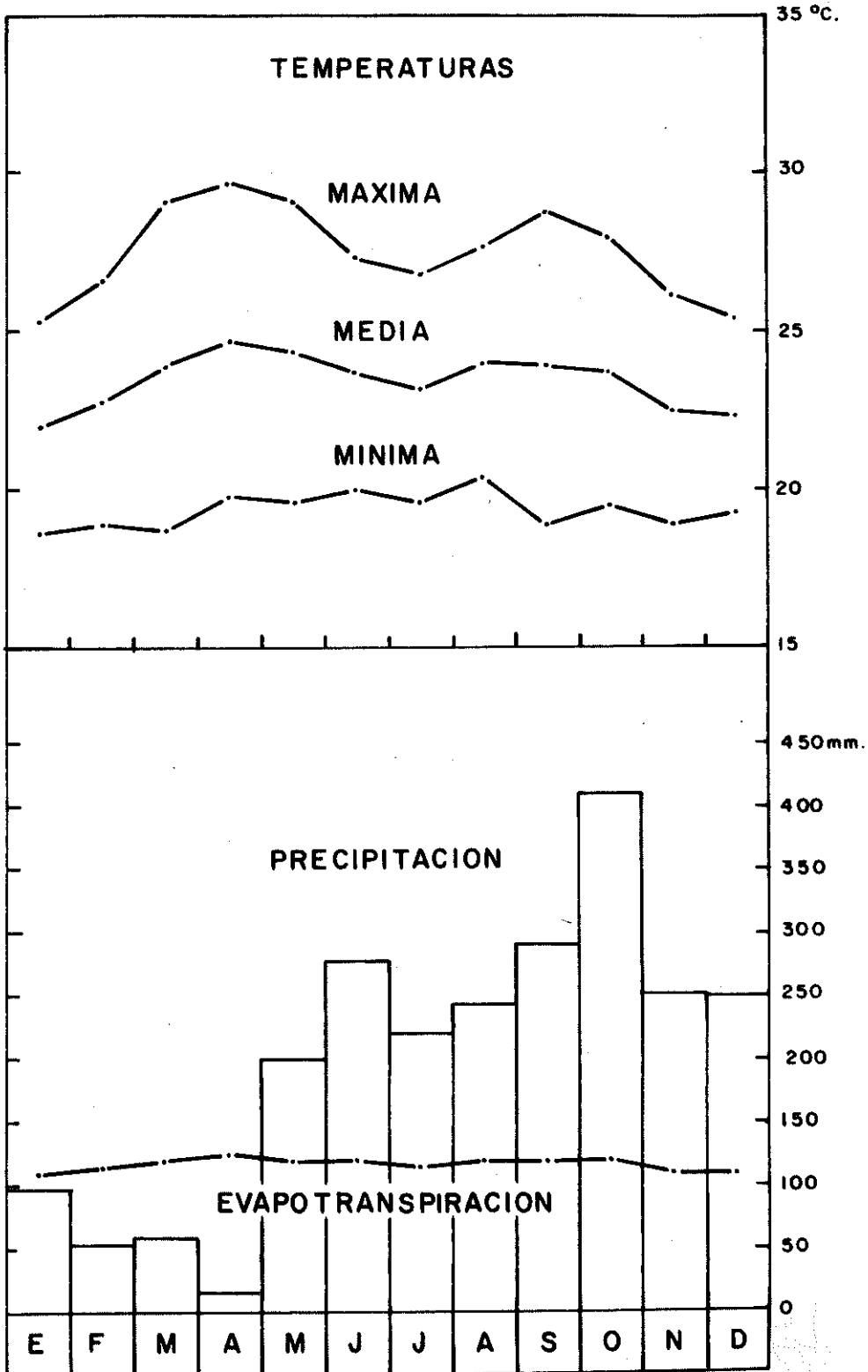


CLIMA DE FILADELFIA

LONG. 85° 35' O.- LAT. 10° 26' N.- 17 mts. n/m.

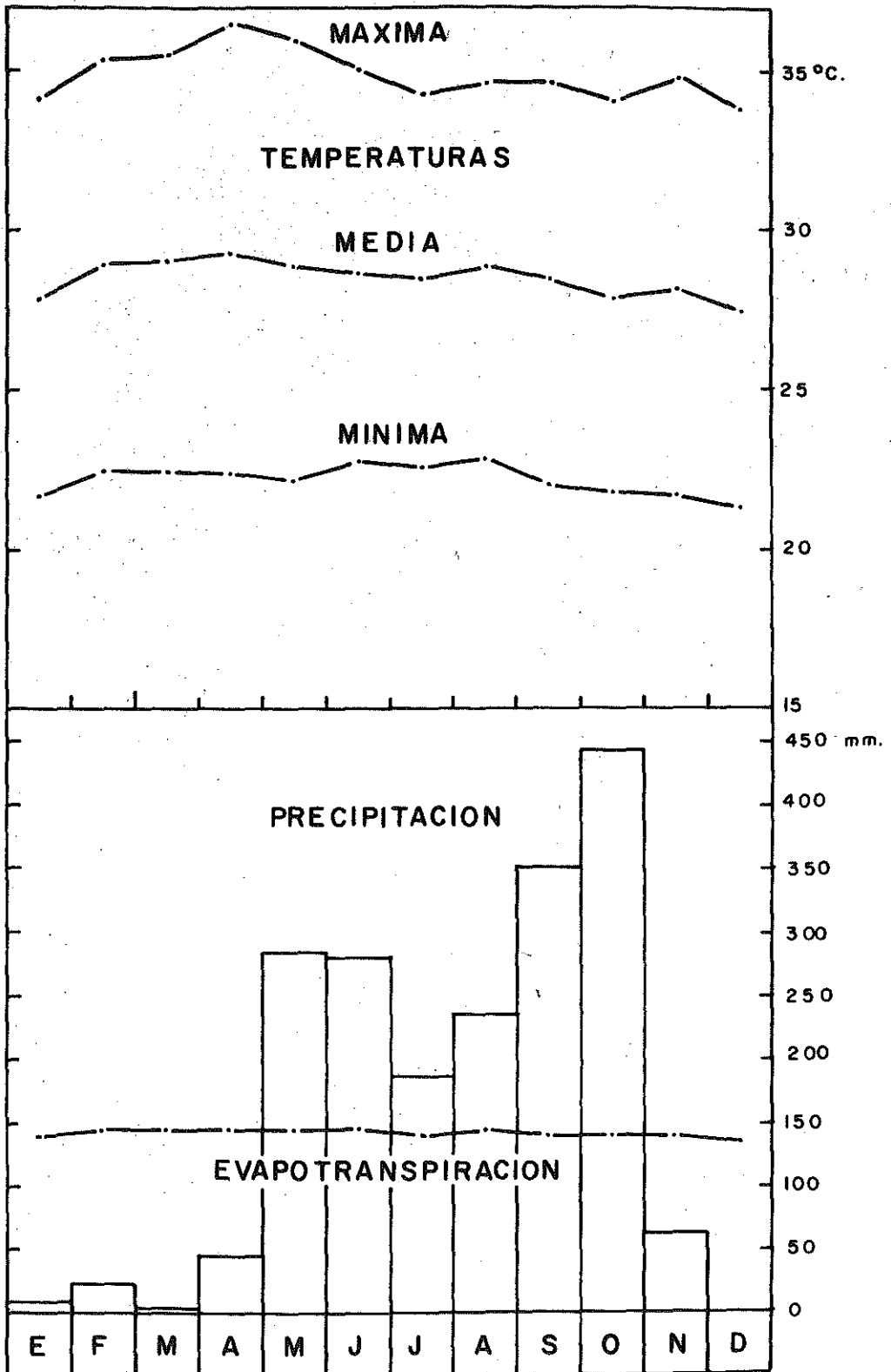


CLIMA DE Hda. TENORIO
 LONG. 85° 07' O. - LAT. 10° 37' N. - 396 mts. n/m.



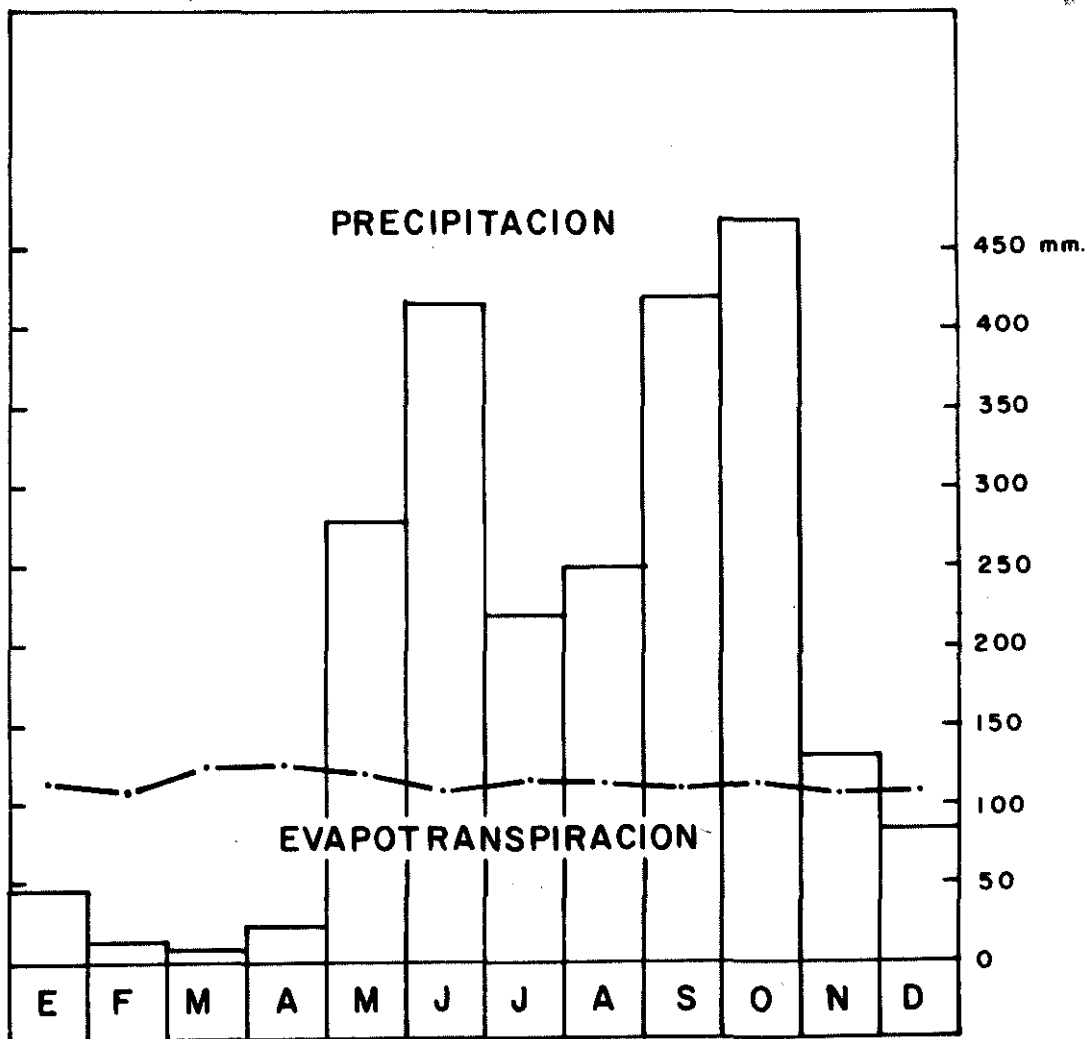
CLIMA DE CAÑAS

LONG. 85° 07' O. - LAT. 10° 25' N. - 95 mts n/m



RELACION DE EVAPOTRANSPIRACION Y PRECIPITACION EN GARCIA FLAMENCO (QUEBRADA GRANDE)

LONG. 85° 30' O. - LAT. 10° 50' N. - 400 mts. n/m.



A P E N D I C E I I

D A T O S D E V E G E T A C I O N

ANÁLISIS DE VEGETACION

SITIO Nº I

Especies	Número	Frecuencia	Díámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Chaparro	38	11	12.4	472.68	20.10	22	16.08	58.18
Poroporo	18	14	18.0	324.04	9.52	28	11.02	48.54
Guácimo molinillo	20	11	16.3	326.90	10.58	22	11.12	43.70
Aceituno	2	2	11.15	22.92				
Aguacatillo	1	1	13.4	13.37				
Caraña	4	4	22.4	89.76				
Carao macho	2	2	28.5	56.98				
Cedro macho	1	1	19.7	19.73				
Cerrecillo	2	2	13.2	26.42				
Chaperno	5	5	16.3	81.49				
Chopoyo	11	9	14.1	155.65				
Cocobolo	12	10	16.2	194.80				
Corroncha lagarto	1	1	28.0	28.01				
Corteza	4	4	14.9	59.52				
Crucito	3	3	17.0	50.93				
Espino blanco	1	1	17.2	17.19				
Guaitil	1	1	11.1	11.14				
Guarumo	1	1	37.9	37.88				
Guastomate	1	1	18.1	18.14				
Hoja fina	4	4	16.2	64.62				
Jifote	9	7	17.9	161.38				
Madero	7	7	15.0	104.72				
Melón	2	2	13.7	27.37				
Mora	1	1	16.6	16.55				
Muñeco	2	1	12.2	24.51				
Nance	10	10	12.5	125.09				
Peine mico	1	1	11.8	11.78				
Pellejo de toro	1	1	12.4	12.41				
Piojito	8	7	14.2	113.95				
Sangre de drago	5	5	19.6	98.04				
Yayo	11	8	15.6	171.89				
Total	189			2939.86				

* Índice de Valor de Importancia

ANALISIS DE VEGETACION

SITIO N° II

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	120	45	19.9	2,387.00	50	90	57.45	197.45
Jiñote	15	9	16.4	245.42	6.25	18	5.91	30.16
Madero	9	7	15.2	137.19				
Aceituno	7	7	13.8	96.76				
Caraño	6	6	14.7	88.53				
Cedro macho	2	2	16.9	33.74				
Cerrejillo	6	6	12.1	72.57				
Chaparro	4	3	11.5	45.52				
Chocoyo	5	5	16.2	80.53				
Cocobolo	1	1	11.5	11.46				
Espino blanco	1	1	10.0	10.00				
Guacuco	9	1	13.8	123.82				
Guácimo molinillo	6	6	13.4	80.21				
Guaitil	2	2	15.9	31.83				
Guastomate	10	9	13.6	136.24				
Guayabillo	2	1	12.9	25.78				
Guayabo de monte	1	1	18.8	18.78				
Hoja fina	1	1	13.1	13.05				
Huesillo	9	7	12.2	110.13				
Matapalo	2	2	17.7	35.33				
Melon	1	1	22.3	22.28				
Nance	7	6	14.0	97.72				
Nispero	3	3	25.9	77.67				
Plomo	1	1	10.0	10.00				
Poroporo	8	7	15.9	127.64				
Roble	1	1	20.7	20.69				
Uña de diablo	1	1	12.1	12.09				
Total	240			4,154.98				

ANALISIS DE VEGETACION
SITIO N° III

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	69	29	35.8	2469.44	31.80	58	45.21	135.01
Yayo	24	8	21.4	514.70	11.06	16	9.42	36.48
Jiñote	13	10	23.7	307.80				
Aceituno	3	3	20.4	61.12				
Caraño	12	12	19.5	234.27				
Carboncillo	1	1	15.3	15.28				
Cedro	1	1	43.6	43.61				
Cedro macho	1	1	15.9	15.92				
Cerrecillo	2	2	12.2	24.52				
Chaperno	4	4	26.3	105.04				
Chocoyo	1	1	23.9	23.87				
Cocobolo	2	2	14.2	28.33				
Corteza	1	1	26.4	26.42				
Crucito	2	1	12.6	25.15				
Guácimo	5	5	20.8	103.77				
Guácimo molinillo	11	10	21.5	236.18				
Guacuco	1	1	17.5	17.51				
Guaitil	4	4	28.2	113.00				
Guastomate	9	6	16.3	146.74				
Guayacán	4	3	18.4	73.53				
Hoja fina	1	1	11.1	11.14				
Jobo	1	1	54.1	54.11				
Madero	4	4	18.5	73.85				
Matapalo	1	1	33.1	33.10				
Mora	1	1	42.7	42.65				
Nance	2	2	15.3	30.56				
Nispero	5	4	17.1	85.63				
Peine mico	3	3	16.1	48.38				
Pellejo de toro	1	1	18.1	18.14				
Piojito	7	7	18.1	126.69				
Plomo	12	9	13.7	163.93				
Poroporo	6	6	23.6	141.65				
Uña del diablo	3	3	15.2	45.52				
Total				5461.54				

ANALISIS DE VEGETACION

SITIO N° IV

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Picjito	52	29	16.2	842.24	26.39	58	20.84	105.23
Guácimo	25	19	22.1	373.38	9.14	24	9.24	64.33
Corteza	21	17	19.9	418.58	10.66	34	10.36	55.02
Guácimo molinillo	20	14	19.5	389.61	10.15	28	9.64	47.79
Guapinol	13	9	32.0	415.71				
Poroporo	13	8	22.9	297.62				
Aguacatillo	1	1	10.8	10.82				
Alcornoque	2	2	37.1	74.17				
Almendra	1	1	38.8	38.83				
Caoba	1	1	22.3	22.28				
Carao macho	2	1	27.7	55.38				
Cedro	1	1	52.5	52.52				
Cedro macho	1	1	12.4	12.41				
Ceiba	1	1	21.6	21.64				
Chaperno	9	7	24.8	22.35				
Espavel	1	1	12.1	12.09				
Fruta de pava	4	3	14.1	56.34				
Guarumo	1	1	19.1	19.10				
Guayacán	1	1	36.6	36.60				
Jícaro	1	1	16.9	16.87				
Jíñote	8	7	37.0	296.03				
Madroño	4	4	26.9	107.59				
Malacahuite	4	4	19.8	79.26				
Muñeco	1	1	19.1	19.10				
Pellejo de toro	2	2	23.2	46.47				
Roble	2	2	24.0	28.06				
Soncoyo	2	1	10.7	21.33				
Siempre viva	1	1	17.2	17.20				
Zorrillo	2	2	18.9	37.88				
Total	197			4041.30				

ANÁLISIS DE VEGETACIÓN

SITIO N° V

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Cachito	29	19	23.4	678.32	13.24	38	10.64	61.88
Plátano	10	8	50.3	502.93				
Guarumo	9	9	26.0	233.64				
Aguacatillo	5	5	28.9	144.51				
Anono monte	1	1	70.0	70.03				
Camibar	1	1	35.7	35.65				
Canelo	8	7	19.1	152.41				
Carao macho	8	6	33.3	266.42				
Carboncillo	11	3	22.5	247.64				
Cerrecillo	2	2	12.3	24.51				
Chaperno	3	3	30.3	91.04				
Chichicaste	2	2	17.5	35.01				
Corroncha lagarto	10	7	25.1	250.51				
Crucito	7	4	16.4	114.59				
Flor amarilla	6	6	14.3	85.62				
Fosforito	3	3	17.9	53.79				
Genívero	2	2	58.9	117.77				
Guabillo	8	7	26.5	211.99				
Guácimo	1	1	33.8	211.78				
Guácimo molinillo	5	5	40.1	200.22				
Guanacaste	4	4	59.7	238.73				
Guapinol	1	1	65.3	65.25				
Guastomate	6	3	34.2	205.31				
Guayabo monte	1	1	55.7	55.70				
Hoja fina	4	3	18.2	72.89				
Jabillo	1	1	64.9	64.94				
Jijote	4	4	29.4	117.77				
Jobo	3	3	54.8	60.48				
Laurel	6	5	23.2	139.10				

Continuación Sitio N°V

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Madroño	1	1	50.9	50.93				
Manzano	2	2	32.6	65.25				
Mora	1	1	14.3	14.32				
Muñeco	9	7	30.0	269.61				
Nispero	2	2	58.3	116.50				
Ojoche amarillo	3	3	31.5	94.54				
Palo de leche	2	2	41.1	82.12				
Papayo	12	7	12.7	152.47				
Pellejo de toro	3	3	31.4	194.22				
Roble	9	9	24.7	222.18				
Sangre drago	4	4	38.8	155.33				
Tempisque	4	4	68.5	274.06				
Total	219			6372.18				

ANÁLISIS DE VEGETACION

SITIO N° VI

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Guabillo	19	11	19.77	375.60	17.12	44	12.01	73.13
Canelo	11	11	18.03	198.31				
Manzano	13	10	19.12	248.60				
Aguacatillo	10	8	35.68	356.82				
Aceituno	3	3	18.04	54.11				
Aguacate amarillo	2	2	22.28	44.56				
Cacao	1	1	14.00	14.00				
Ceibo	6	6	34.25	205.49				
Chirco	2	2	30.40	60.80				
Crucito	2	2	41.70	13.37				
Fosforito	1	1	17.19	17.19				
Guayabo de monte	1	1	28.65	28.65				
Hueso de pava	1	1	14.00	14.00				
Jorco	1	1	10.82	10.82				
Madroño	2	2	28.64	57.29				
Manteco	3	3	25.89	77.67				
María	6	5	27.74	166.47				
Nispero	2	1	51.48	102.97				
Ojoche	7	6	54.93	384.53				
Ojoche amarillo	6	6	17.24	103.45				
Plátano	1	1	140.00	140.00				
Sangre drago	5	5	45.07	225.36				
Sebo	1	1	31.83	31.83				
Tempisque	2	2	45.66	91.32				
Zapotillo	3	3	25.46	76.39				
Total	111			3127.93				

ANÁLISIS DE VEGETACIÓN

SITIO N° VII

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	45	29	41.7	1876.75	30.61	58	46.05	134.63
Peine mico	12	9	17.5	210.08				
Guayacán	7	7	47.8	334.54				
Aceituno	1	1	35.0	35.01				
Anonillo	5	4	17.0	84.99				
Carao	1	1	32.2	32.20				
Carao macho	9	8	29.7	267.38				
Cedro	1	1	38.8	38.80				
Chaparro	2	2	32.2	64.30				
Corteza	8	8	18.4	147.30				
Guácimo	7	6	16.0	112.35				
Guácimo molinillo	6	5	16.1	96.45				
Guarumo	1	1	15.0	15.00				
Hoja fina	5	4	12.0	60.16				
Jifote	1	1	21.3	21.30				
Jobo	2	2	28.0	56.02				
Laurel	6	4	14.3	85.94				
Malacahuite	7	7	14.8	103.77				
Manteco	2	2	20.4	40.74				
Muñeco	3	3	15.2	45.52				
Nance	3	3	24.7	74.17				
Plomo	4	4	17.0	67.80				
Poró	8	7	24.1	193.21				
Roble	1	1	11.5	11.50				
Total	147			4075.40				

ANALISIS DE VEGETACION
SITIO N° VIII

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	36	24	45.8	1647.25	21.56	48	38.01	107.57
Guácimo	27	20	19.3	520.75	16.17	40	12.02	68.19
Plomo	10	10	22.9	228.86				
Aguacatillo	1	1	22.9	22.90				
Anono	8	7	10.6	84.99				
Alcornoque	1	1	19.1	10.60				
Capiroto	3	3	17.9	53.79				
Carao macno	7	7	18.9	132.42				
Carboncillo	2	2	15.0	29.92				
Cedro	1	1	12.4	12.40				
Cedro macho	1	1	24.2	24.20				
Chaperno	2	1	36.1	72.26				
Corteza	2	2	13.2	26.42				
Fruta colorado	2	2	15.7	31.51				
Guácimo molinillo	1	1	41.1	41.13				
Guapinol	2	2	22.6	45.20				
Guastomate	3	3	10.6	31.83				
Guayacán	7	7	43.1	301.76				
Jiñote	1	1	29.3	29.30				
Jobo	2	2	19.7	39.47				
Laurel	4	4	16.4	65.57				
Madero	1	1	17.5	17.50				
Malacahuite	9	5	11.4	102.81				
Muñeco	2	2	13.2	26.42				
Nance	4	3	19.6	78.62				
Nispero	2	2	33.9	67.83				
Palo de leche	1	1	32.5	32.50				
Peine mico	8	7	24.9	198.94				
Pellejo de toro	1	1	14.3	14.30				
Petrono	3	3	13.1	39.15				
Piojito	2	2	13.0	26.10				
Poroporo	5	4	34.4	172.21				
Quelite	2	1	11.5	22.92				
Roble	1	1	14.0	14.0				
Tempisque	2	2	22.3	44.56				
Desconocido	1	1	14.3	14.30				
Total	167			4333.13				

ANÁLISIS DE VEGETACIÓN

SITIO N° IX

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	98	42	31.4	3073.27	51.58	84	63.26	198.86
Guácimo	24	19	20.8	500.38	12.63	38	10.30	60.93
Nance	12	11	17.7	212.95				
Aceituno	1	1	14.0	14.00				
Anono	5	4	13.6	67.80				
Carao macho	4	4	32.9	131.78				
Capiroto	3	3	12.9	38.83				
Cerrecillo	1	1	10.2	10.20				
Chaparro	3	3	11.6	34.69				
Guarumo	1	1	15.8	15.80				
Guastomate	11	10	13.2	145.78				
Guayacán	7	7	31.2	218.69				
Hoja fina	1	1	11.2	11.20				
Jaboncillo	1	1	11.1	11.10				
Jobo	1	1	12.7	12.70				
Madero	3	1	17.0	50.93				
Manteco	2	2	20.7	41.38				
Peine mico	7	6	25.7	179.84				
Pellejo de toro	2	2	15.1	30.24				
Poroporo	1	1	25.5	25.50				
Zopilote	1	1	17.5	17.50				
Desconocido	1	1	12.1	12.10				
Total	190			4856.65				

ANALISIS DE VEGETACION
SITIO N° X

1 83 1

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I*
Encino	49	30	39.4	1933.09	22.87	60	35.74	118.61
Malacahuite	26	17	17.5	456.77	12.04	34	8.44	54.48
Corteza	17	14	17.4	296.34	7.82	28	5.47	41.29
Jiñote	16	11	25.0	400.43	7.41	22	7.40	36.81
Aceituno	2	2	16.9	33.74				
Caraña	11	10	25.5	280.11				
Carao macho	7	1	27.5	192.58				
Chaparro	1	1	24.2	24.2				
Chaperno	1	1	11.1	11.1				
Chocoyo	1	1	22.3	22.3				
Cocobolo	1	1	23.9	23.9				
Crucito	1	1	27.1	27.1				
Gavilán	1	1	10.5	10.5				
Guabo	1	1	10.5	10.5				
Guácimo	11	10	19.8	219.09				
Guácimo molinillo	3	3	15.4	46.15				
Guañtil	1	1	19.4	19.4				
Guayabo de monte	4	3	17.0	68.12				
Guayacán	5	5	21.5	107.51				
Jaboncillo	1	1	40.7	40.70				
Laurel	1	1	12.7	12.7				
Matapalo	1	1	200.	200.				
Melón	1	1	14.3	14.3				
Mora	1	1	11.8	11.8				
Muñeco	7	6	25.7	179.84				
Nance	10	9	13.1	130.82				
Níspero	1	1	17.8	17.8				
Peine mico	11	8	17.4	191.30				
Pellejo de toro	1	1	23.9	23.9				
Plomo	5	4	23.7	118.41				
Poró	1	1	10.8	10.8				
Poroporo	9	8	20.0	180.49				
Roble	2	2	11.1	22.28				
Ron Ron	2	2	13.4	26.74				
Yayo	1	1	17.5	17.5				
Desconocido	2	2	13.4	26.74				
Total	216			5409.05				

ANÁLISIS DE VEGETACIÓN

SITIO N° XI

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	119	48	20.2	2406.7	54.84	96	62.87	213.71
Nance	35	23	15.6	546.5	16.13	46	14.28	76.41
Huesillo	20	17	11.3	226.0	9.22	34	5.90	49.12
Aceituno	3	3	12.7	38.2				
Ardillo	1	1	11.1	11.1				
Caraña	1	1	11.1	11.1				
Cerito	3	3	10.8	32.8				
Chaparro	1	1	12.4	12.4				
Chilamate	1	1	13.4	13.4				
Chiquirín	1	1	10.8	10.8				
Chocoyo	2	2	14.1	28.3				
Guaitil	1	1	17.2	17.2				
Guastomate	3	3	12.0	36.0				
Hoja fina	3	3	16.9	50.9				
Jiñote	5	4	11.1	55.4				
Laurel negro	1	1	14.0	14.0				
Melón	2	2	15.9	31.8				
Mora	2	2	39.2	78.3				
Nispero	4	4	16.2	64.9				
Quebracho	1	1	17.2	17.2				
Sangre drago	1	1	17.5	17.5				
Soncoyo	2	2	12.2	24.5				
Yayo	5	5	16.6	82.8				
Total	217			3827.80				

ANÁLISIS DE VEGETACIÓN

SITIO N° XII

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	80	23	35.6	2846.63	32.39	46	48.22	126.61
Aguacatillo	37	25	19.9	738.15	14.98	50	12.50	77.48
Guácimo	20	13	24.1	481.59	8.10	26	8.16	42.26
Guabillo	20	12	17.6	352.68	8.09	24	5.98	38.07
Canelo	18	10	14.2	255.60	7.28	20	4.33	31.61
Aceituno	2	2	12.1	24.19				
Cachito	4	3	14.8	44.56				
Capirote	3	3	20.7	62.07				
Chiquirín	4	4	18.3	73.21				
Corroncha lagarto	5	5	17.0	84.99				
Espino blanco	11	9	16.0	175.70				
Fruta colorada	8	7	13.0	104.40				
Guácimo molinillo	3	3	90.3	91.04				
Guanacaste	2	2	17.5	35.00				
Guastomate	13	10	18.4	238.73				
Laurel	1	1	20.7	20.70				
Matapalo	1	1	27.1	27.10				
Muñeco	3	3	17.5	52.52				
Nance	3	3	17.9	53.80				
Palo de leche	3	3	16.3	42.02				
Plomo	3	3	14.1	42.33				
Yayo	2	2	18.0	36.00				
Desconocido	1	1	12.7	12.70				
Total	247			5902.71				

ANÁLISIS DE VEGETACION

SITIO N° XIII

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	41	22	32.5	1331.80	20.01	44	26.40	90.41
Nance	28	14	19.1	535.71	13.72	28	10.60	52.32
Guácimo	19	12	24.3	461.70	9.31	24	9.14	42.45
Aceituno	2	2	21.6	43.29				
Alcornoque	2	2	23.2	46.47				
Almendra	1	1	85.0	84.99				
Almendra de monte	1	1	23.9	23.87				
Anono	2	2	15.1	30.24				
Capirote	1	1	15.9	16.87				
Caraña	1	1	12.1	12.10				
Carao macho	3	3	22.0	65.89				
Cerito	1	1	16.5	16.55				
Chaparro	8	8	17.1	136.55				
Chaperno	2	2	20.7	41.38				
Chocoyo	1	1	20.7	20.70				
Corazón de paz	1	1	15.3	15.28				
Corteza	1	1	11.1	11.14				
Crucito	1	1	16.2	16.20				
Espino negro	1	1	16.9	16.87				
Fruta colorada	2	2	11.0	21.33				
Fruta de pava	2	2	21.6	43.29				
Guácimo molinillo	2	2	19.4	38.83				
Guanacaste	3	3	85.9	257.83				
Guayabillo	1	1	19.1	19.10				
Guayacán	1	1	60.5	60.48				
Huesillo	1	1	14.6	14.60				
Jiñote	8	8	22.9	183.35				
Jobo	14	10	28.0	392.47				
Jocote	2	1	19.2	38.51				
Junquillo	1	1	22.3	22.28				
Laurel	13	5	19.4	252.10				

Continuación Sitio N° XIII

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Laurel negro	1	1	23.2	23.24				
Malacahuite	4	4	19.8	79.26				
Muñeco	5	4	17.4	86.90				
Papaturre	1	1	10.8	10.82				
Peine mico	7	6	14.5	101.22				
Pellejo de toro	1	1	41.4	41.38				
Petrono	3	3	26.5	79.58				
Poroporo	13	10	22.8	296.98				
Quita calzón	2	2	23.7	47.43				
Roble	1	1	12.4	12.41				
Total	204			5051.47				

ANÁLISIS DE VEGETACIÓN

SITIO N° XIV

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	60	32	26.1	1565.12	38.46	64	44.31	147.27
Nance	42	32	18.7	785.27	26.92	64	22.23	113.55
Ardillo	10	9	24.9	248.92				
Chaparro	7	5	15.2	106.63				
Cocobolo	1	1	10.1	10.18				
Corteza	1	1	20.7	20.69				
Fruta de pava	2	2	22.4	44.88				
Guácimo molinillo	6	6	20.2	120.96				
Guapinol	1	1	28.6	28.65				
Guastomate	3	2	14.7	49.24				
Guayacán	1	1	47.1	47.11				
Hoja fina	2	2	22.4	44.88				
Huesillo	3	3	11.1	33.42				
Jiñote	1	1	29.9	29.92				
Laurel	1	1	25.1	25.15				
Laurel macho	2	2	19.1	38.20				
Madero	3	3	19.9	59.84				
Pellejo de toro	1	1	27.4	27.37				
Poroporo	8	6	29.5	235.87				
Roble	1	1	14.6	14.64				
Total	156			3531.94				

ANÁLISIS DE VEGETACION

SITIO N° XV

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Encino	86	49	22.0	1897.12	48.04	98	53.97	200.01
Nance	27	21	15.9	499.26	15.08	42	14.20	71.28
Guácimo molinillo	17	11	14.3	242.87	9.50	22	13.57	45.07
Anono del monte	2	2	12.7	25.46				
Ardillo	2	2	14.1	38.19				
Canelo	1	1	12.1	12.09				
Capiroto	2	2	17.8	35.65				
Cerrecillo	1	1	12.7	12.73				
Chaparro	2	2	12.4	24.33				
Chiquirín	3	6	34.5	69.07				
Cocobolo	2	2	21.5	42.97				
Coyol	1	1	25.5	25.46				
Flor amarilla	1	1	12.1	12.09				
Guaitil	1	1	15.9	15.91				
Guastomate	2	2	12.1	24.19				
Guayabillo	1	1	22.9	22.92				
Guayacán	2	2	21.0	42.02				
Hoja fina	1	1	23.6	23.55				
Huesillo	3	3	13.5	40.42				
Laurel	1	1	14.0	14.00				
Madero	7	5	21.8	152.47				
Peine mico	1	1	10.1	10.18				
Pellejo de toro	3	3	10.8	32.47				
Quebracho	9	6	20.0	179.84				
Uña de diablo	1	1	19.4	19.42				
Total	179			3515.18				

ANÁLISIS DE VEGETACION

SITIO N° XVI

Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Corteza	17	13	17.7	301.12	8.90	26	7.98	42.88
Chaperno	16	12	24.2	307.06	8.38	24	10.26	42.64
Guácimo molinillo	17	12	18.5	313.85	8.90	24	8.32	41.22
Ardillo	5	5	27.4	137.19				
Chaparro	1	1	11.8	11.78				
Chiquirín	2	2	27.5	55.07				
Cocobolo	6	6	20.3	121.59				
Crucito	5	5	12.1	60.48				
Guácimo	12	8	17.1	205.96				
Guayacán	1	1	34.4	34.38				
Huevo de chancho	1	1	12.1	12.09				
Jifote	4	4	36.5	146.10				
Jobo	4	4	33.2	132.73				
Jocote	3	3	23.4	70.35				
Laurel	10	6	20.1	200.85				
Laurel negro	1	1	15.9	15.92				
Madroño	1	1	12.4	12.41				
Malacahuite	7	6	15.0	104.72				
Manzano	1	1	13.0	13.05				
Mora	2	2	14.0	28.01				
Muñeco	13	10	16.3	211.38				
Pellejo de toro	5	4	15.7	78.30				
Petrono	4	3	14.2	56.98				
Plomo	6	4	17.6	105.36				
Poró	5	4	14.9	74.48				
Poroporo	11	10	10.8	218.36				
Quebracho	1	1	14.0	14.00				
Roble	10	6	18.9	188.76				
Uña de diablo	9	6	23.0	207.22				
Yayo	11	9	22.9	252.32				
Total	191			3771.96				

ANÁLISIS DE VEGETACION
SITIO N° XVII

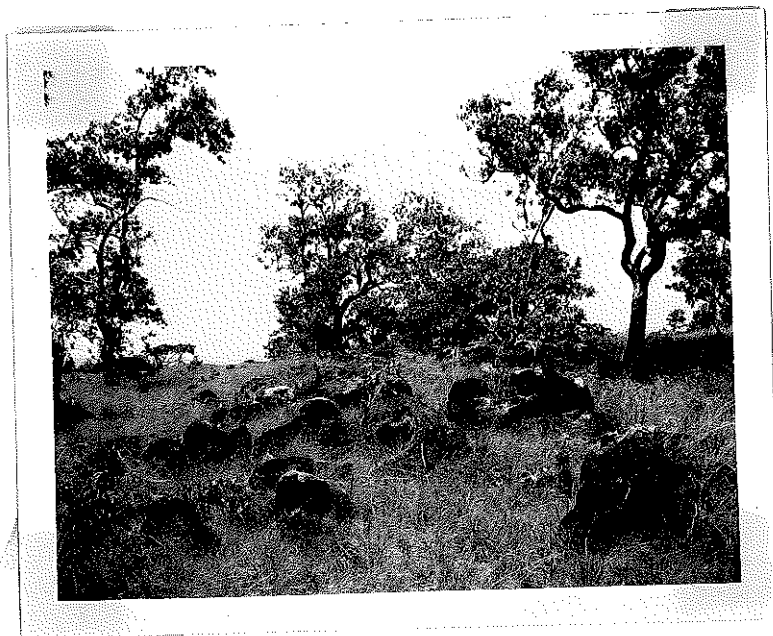
Especies	Número	Frecuencia	Diámetro medio	Suma diámetro	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Tamaño relativo	I.V.I.*
Aceítuno	3	3	16.5	49.66				
Ardillo	2	2	14.2	195.12				
Carao macho	2	2	25.0	49.97				
Cedro	1	1	29.0	28.97				
Cerito	4	4	15.8	63.34				
Chiquirín	1	1	11.5	11.46				
Corteza	11	10	20.8	229.18				
Fruta de pava	2	2	16.9	28.33				
Guácimo	11	8	23.3	256.87				
Guácimo molinillo	14	14	20.3	283.93				
Guapinol	4	4	21.7	86.90				
Guayabillo	2	2	13.8	27.69				
Guayacán	1	1	51.6	51.57				
Hoja fina	1	1	14.3	14.32				
Jifote	8	7	38.0	303.98				
Laurel	3	3	14.8	44.56				
Limoncillo	2	1	14.8	29.60				
Madero	11	10	17.7	23.87				
Madroño	1	1	24.8	24.83				
Malacahuite	14	11	14.4	201.49				
Mora	1	1	29.6	29.60				
Muñeco	1	1	12.7	12.73				
Nance	2	1	27.4	54.65				
Ojoche	1	1	92.3	92.31				
Peine mico	2	2	19.9	33.74				
Pellejo de toro	9	7	13.9	125.41				
Petrono	9	7	16.0	50.44				
Poroporo	13	12	27.0	351.09				
Quebracho	10	9	34.5	345.05				
Roble	1	1	13.0	13.05				
Siempre viva	5	5	17.1	85.31				
Tiwilote	1	1	23.2	23.24				
Total	153			3222.36				

A P E N D I C E I I I

FOTOGRAFIAS



Sitio XIII. Rodal de Quercus oleoides sobre suelos planos con subsuelo de toba compacta.



Sitio XV. Ejemplares de Quercus oleoides en suelos con afloraciones de rocas ígneas.



Sitio XI. Afloración de la toba compacta.



Sitio XIV. Penetración de raíces de Q. oleoides en la toba compacta que se observa a 25 cm de la superficie del suelo.