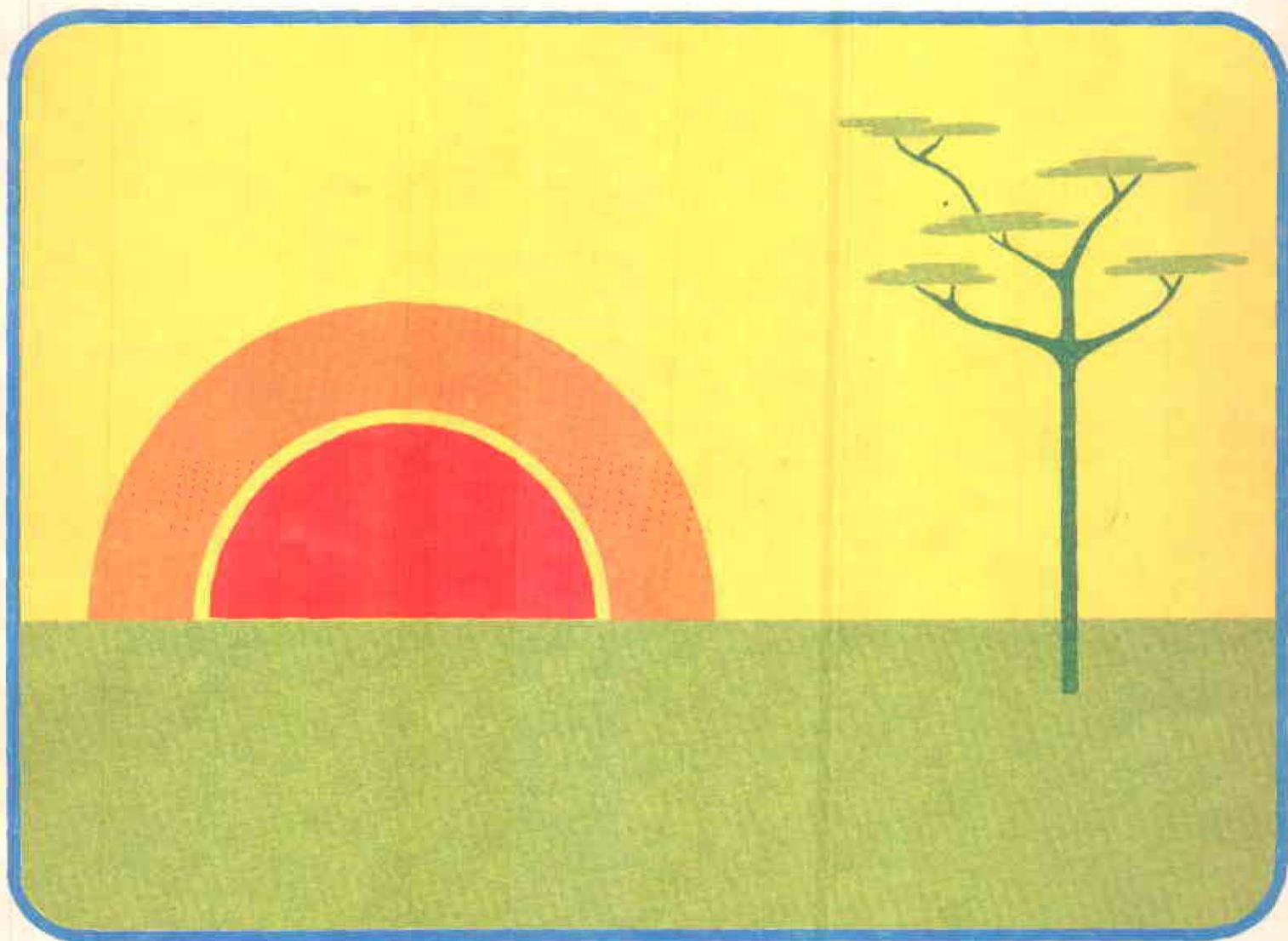


ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS DEL CENTRO DE DESARROLLO INTEGRADO "LAS GAVIOTAS"

95

COMISARIA DEL VICHADA



ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS DEL CENTRO DE DESARROLLO INTEGRADO "LAS GAVIOTAS"

CHADA

224

Volumen X-No. 3

Bogotá D. E. 1974

ICAC

INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI"

SUBDIRECCION AGROLOGICA

MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO
INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI"
SUBDIRECCION AGROLOGICA
Volumen X No. 3

**ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS DEL
CENTRO DE DESARROLLO INTEGRADO
"LAS GAVIOTAS"**

(Comisaría del Vichada)

Director General: Ing. Civil, M.S., ALVARO GONZALEZ FLETCHER

Subdirector Agrológico: Agrólogo, Ph.D., ABDON CORTES LOMBANA

Bogotá, D. E.
1974

C O N T E N I D O

	Pág.
INTRODUCCION	xv
DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	1
GENERALIDADES	1
Localización y extensión	1
Comunicaciones	1
EL MEDIO NATURAL	4
Geología y geomorfología	4
Hidrografía	6
Clima	6
Vegetación y fauna	9
COMO SE TRAZAN Y CLASIFICAN LOS SUELOS	17
DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS	20
Serie GAVIOTAS (GA)	22
Serie JERARQUIA (JE)	23
Serie JAPONESA (JA)	24
Serie HIDALGUA (HI)	25
Serie MACONDO (MA)	26
Serie URIMICA (UR)	27
Serie ARENOSA (AR)	28
Serie MIRALINDO (MI)	29

	Pág.
DESCRIPCION DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS	30
PROPIEDADES FISICAS	30
Distribución de partículas	30
Densidad real y aparente	31
Porosidad	32
Relación macroporosidad - microporosidad	33
Estabilidad de la estructura	33
Indice de plasticidad	35
Retención de humedad	35
PROPIEDADES QUIMICAS	38
Reacción del suelo	38
Bases intercambiables y acidez intercambiable	39
Acidez extractable y capacidad catiónica de cambio	42
Carbón orgánico, nitrógeno total, relación C/N	44
Fósforo aprovechable	46
MINERALOGIA	46
USO Y MANEJO DE LOS SUELOS	73
APTITUD DE LOS SUELOS PARA GANADERIA Y AGRICULTURA	73
Características químicas, físicas, agronómicas y sus limitaciones para el uso agropecuario	73
Uso actual y recomendable	75
ASPECTOS ECOLOGICOS	81

	Pág.
	v
Vegetación natural	83
Sabanas naturales	86
Fauna	88
Las quemadas	91
Consideraciones y comentarios generales	94
USOS DEL SUELO EN LA INGENIERIA	96
Sistemas de clasificación de los suelos en ingeniería	99
Explicación de las tablas	100
CLASIFICACION DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO	109
Determinaciones físicas y químicas	109
Irrigación	115
Clasificación	120
Especificaciones generales de las clases de suelos	122
GENESIS Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS	126
GENESIS	126
CLASIFICACION	133
Orden	134
Suborden	135
Gran grupo y subgrupo	138
Familia	139
BIBLIOGRAFIA	142
RESUMEN	149
APENDICE	154
MATERIALES Y METODOS	155
MÉTODOS PARA LAS DETERMINACIONES FISICAS	155
MÉTODOS PARA DETERMINACIONES QUIMICAS	157

	Pág.
	vi
METODOS PARA LAS DETERMINACIONES MINERALOGICAS Y	
MICROMORFOLOGICAS	160
Mineralogía de arenas	160
Mineralogía de limos y arcillas	161
Micromorfología	162
Material no cristalino	162
Determinación de potasio total	162
METODOS PARA CLASIFICACION DE TIERRAS CON FINES DE	
RIEGOS Y DRENAJES	162
Infiltración	163
Permeabilidad	164
Calidad del agua	164
Evapotranspiración	164
Demanda de agua y dotación de riego	165
Precipitación efectiva	165
Balance hídrico	166
Clasificación	166
Símbolos cartográficos	166
DESCRIPCION DE LOS PERFILES	169
RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO	187

FIGURAS

1. Localización del área estudiada	2
2. Precipitación media mensual	8
3. Temperatura media mensual	8
4. Relación zirconio/turmalina	52
5. Diagrama de difracción rayos-x de arcillas orientadas Serie GAVIOTAS	55
6. Diagrama de difracción rayos-x de arcillas orientadas Serie MACONDO	56
7. Diagrama de difracción rayos-x de arcillas orientadas Serie URIMICA	57
8. Termograma de arcillas de las series Gaviotas y Macondo	64
9. Esquema de un zocariadero de chigüiro	92
10. Curvas de retención de humedad Serie GAVIOTAS	191
11. Curvas de retención de humedad Serie JERARQUIA	192
12. Curvas de retención de humedad Serie JAPONESA	193
12. Curvas de retención de humedad Serie HIDALGUITA	194
14. Curvas de retención de humedad Serie MACONDO	195
15. Curvas de retención de humedad Serie URIMICA	196
16. Curvas de retención de humedad Serie ARENOSA	197
17. Curvas de retención de humedad Serie MIRALINDO	198
18. Perfil de vegetación No. 1	207
19. Perfil de vegetación No. 2	208

	Pág.
	viii
20. Perfil de vegetación No. 3	209
21. Perfil de vegetación de GAVIOTAS	
Caño Urimica hacia la altillanura	210
22. CBR de Laboratorio. Serie GAVIOTAS (17-35 cm)	231
23. CBR de Laboratorio. Serie GAVIOTAS (35-70 cm)	232
24. CBR de Laboratorio. Serie GAVIOTAS (70-150 cm)	233
25. CBR de Laboratorio. Serie JERARQUIA (25-150 cm)	234
26. CBR de Laboratorio. Serie JERARQUIA (100-150 cm)	235
27. CBR de Laboratorio. Serie MACONDO (10-45 cm)	236
28. CBR de Laboratorio. Serie MACONDO (45-85 cm)	237
29. CBR de Laboratorio. Serie MACONDO (85-150 cm)	238
30. Prueba de infiltración I-1 Serie GAVIOTAS (GAa-1)	240
31a. Prueba de infiltración I-4 Serie GAVIOTAS (GAa-2)	242
30b. Prueba de infiltración I-5 Serie GAVIOTAS (GAa-1)	244
30c. Prueba de infiltración I-9 Serie GAVIOTAS (GAa-2)	246
30d. Prueba de infiltración I-10 Serie GAVIOTAS (GAa-1)	248
30e. Prueba de infiltración I-11 Serie GAVIOTAS (GAa-2)	250
31. Prueba de infiltración I-7 Serie JERARQUIA (JEb 11)	252
32. Prueba de infiltración I-6 Serie JAPONESA (JAb 12)	254
32a. Prueba de infiltración I-8 Serie JAPONESA (JAb 12)	256
33. Prueba de infiltración I-13 Serie HIDALGUA (HI)	258
34. Prueba de infiltración I-2 Serie MACONDO (MAb-14)	260
34a. Prueba de infiltración I-3 Serie MACONDO (MAb 14)	262

	Pág.
	ix
34b. Prueba de infiltración I-12 Serie MACONDO (Mab 14)	264
34c. Prueba de infiltración I-14 Serie MACONDO (Mab 2)	266
35. Prueba de infiltración I-15 Serie MIRALINDO (Mie-2)	268

TABLAS

1. Lectura de geotermómetro	7
2. Clasificación agrológica y recomendaciones de uso y manejo de los suelos cartografiados	80
3. Propiedades estimadas del suelo significativas a la ingeniería	101
4. Interpretaciones de las propiedades de los suelos para inge niería	102
5. Propiedades de los suelos para uso de ingeniería	103
6. Clasificación de las tierras con fines de riego, limita ciones y recomendaciones	125
7. Características de diferenciación para la taxonomía	141
8. Análisis granulométrico	186
9. Otras propiedades físicas	189
10. Retención de humedad	190
11. Propiedades químicas de los suelos	199
12. Otras propiedades químicas de los suelos	200
13. Distribución de minerales en la fracción liviana (resultados en)	201

	Pág.
	x
14. Distribución de minerales en la fracción densa (m.d no determ)	202
15. Resultados semicuantitativos de la mineralogía de limos y arcillas por rayos-x	203
16. Disolución selectiva de materia amorfo y hierro libre en arcilla	204
17. Algunas especies vegetales de las sabanas y bosques encontrados en Gaviotas-Vichada	205
18. Principales familias, géneros y especies de árboles, arbustos y hierbas presentes en los esteros Urimica y Gaviotas	211
19. Lista de especies que serán experimentadas en el vivero de INDERENA en las Gaviotas	230
20. Prueba de infiltración I-I Serie Gaviotas (GAa-1)	239
20a. Prueba de infiltración I-4 serie Gaviotas (GAa-2)	241
20b. Prueba de infiltración I-5 Serie Gaviotas (GAa-1)	243
20c. Prueba de infiltración I-9 Serie Gaviotas (GAa-2)	245
20d. Prueba de infiltración I-10 Serie Gaviotas (GAa-1)	247
20e. Prueba de infiltración I-11 Serie Gaviotas (GAa-2)	249
21. Prueba de infiltración I-7 Serie Jerarquía (JEB 11)	251
22. Prueba de infiltración I-6 Serie Japonesa (JAB 12)	253
22a. Prueba de infiltración I-8 Serie Japonesa (JAB 12)	255
23. Prueba de infiltración I-13 Serie Hidalguía (HIB 3)	257
24. Prueba de infiltración I-2 Serie Macondo (MAB 14)	259
24a. Prueba de infiltración I-3 Serie Macondo (MAB 14)	261

	Pág.
	xi
24b. Prueba de infiltración I-12 Serie Macondo (MAB 14)	263
24c. Prueba de infiltración I-14 Serie Macondo (MAB 2)	265
25. Prueba de infiltración I-15 Miralindo (MIE-2)	267
26. Conductividad hidráulica de los suelos	269
27. Lectura de la profundidad del nivel freático en metros	270
28. Análisis de aguas freáticas y superficiales	271
29. Análisis de aguas freáticas y superficiales	272
30. Evaporación en tanque tipo A y evapotranspiración calculada	273
31. Cálculo de uso consuntivo y dotación de riego para pastos con coeficiente estacional $K=0.85$ y eficiencia total de 0.60	274
32. Balance hídrico por el método de Thornthwaite Serie Gaviotas	275
33. Balance hídrico por el método de Thornthwaite Serie Jerarquía	276
34. Balance hídrico por el método de Thornthwaite serie Japonesa	277
35. Balance hídrico por el método de Thornthwaite serie Hidalguía	278
36. Balance hídrico por el método de Thornthwaite serie Macondo	279
37. Balance hídrico por el método de Thornthwaite serie Urimica	280
38. Balance hídrico por el método de Thornthwaite serie Arenosa	281
39. Balance hídrico por el método de Thornthwaite serie Miralindo	282
40. Capacidad de retención de humedad y almacenamiento de agua aprovechable de los suelos las Gaviotas	283

PROLOGO

Desde el descubrimiento del llamado Nuevo Mundo, todas las tendencias del desarrollo se ubicaron en las zonas costera y Andina. Lo anterior se debió básicamente a la necesidad que se tenía en aquel entonces de comunicar nuestro territorio con el mundo hispánico y para defender se de la piratería internacional muy en boga en aquella época, por una parte, y por la necesidad de buscar tierras sanas y habitables en las regiones montañosas Andinas. Esto último vino a acentuarse por las ventajas agronómicas que las tierras de vertientes ofrecen para el cultivo del café y los hallazgos mineros que se sucedieron más tarde.

En consecuencia es fácil notar que por las anteriores consideraciones se fueron configurando dentro de nuestro territorio nacional, dos grandes regiones:

La Occidental en donde se encuentran ubicados casi el ciento por ciento de nuestra población y los esfuerzos importantes de desarrollo que se han hecho desde nuestra Independencia. Podemos decir que ésta es la Colombia desarrollada.

Y la Oriental formada por la Orinoquía y la Amazonía que históricamente ha permanecido marginada del resto del país. Los escasos intentos de progreso que se han hecho en esta última zona han tenido el grave error de trasladar los sistemas culturales, urbanísticos, tecnológicos, etc., de nuestra zona Andina, la cual a su vez imitó los desarrollos

de las zonas templadas del planeta. Así podemos ver que ciudades como Villavicencio, en la Orinoquía, y Leticia o Florencia, en la Amazonía, son copias fieles de los desarrollos urbanísticos concentrados en nuestra zona montañosa.

Sin embargo, en términos proporcionales a la extensión de la zona Oriental, podemos afirmar que está prácticamente vacía.

Esta circunstancia nos permite hacer con la debida anticipación, el cálculo de los posibles establecimientos humanos que se hagan en su seno, haciendo una revisión crítica de los sistemas y métodos usados históricamente en otras. Al enfrentar entonces un proyecto de desarrollo regional integral como el que pretende esbozar para la Orinoquía bien drenada, el Centro de Desarrollo Integrado "Las Gaviotas", se intenta estudiar el mayor número posible de elementos científicos conocidos y racionalmente adecuados, antes de la presencia del hombre, ya que así lo exige una política que pretenda la armonía del hombre con su medio ambiente.

El primer paso consiste en la cuantificación de los recursos existentes y de ese resto de naturaleza que el hombre excluye en sus habituales reducciones domésticas. El moderno concepto ecológico, fuerza el respeto por esa naturaleza excedente, ya que gracias a su mediación, - los vínculos ecosistemáticos mantienen su carácter regulador.

En el pasado toda vez que el hombre pobló una región natural, modificó el medio al albedrío de su necesidad de autoafirmación, sin poseer conocimiento previo de la situación ecológica existente antes de -

su radicación. Respecto de la Orinoquía bien drenada, no se puede hablar de virginidad absoluta en cuanto hace a las modificaciones que ya ha introducido una disminuída pero secular intervención del hombre. Pero sin embargo, podemos afirmar que se trata de un ecosistema que ha permanecido estable, respecto de sus propias predeterminaciones naturales. Por eso el Centro que dirijo se ha dado cuenta de la importancia que para la generación de un modelo de racionalidad tropical para esta parte del país, de poseer un conocimiento integral a nivel detallado de los suelos de la región el cual fué realizado con el máximo de competencia por la Sub-dirección Agrológica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".

De su lectura podemos deducir de que estos suelos no presentan condiciones favorables para su desarrollo agrícola, lo que obliga a los científicos colombianos a producir una serie de soluciones alternativas a las tradicionales, dirigidas especialmente al aprovechamiento industrial de ciertas especies nativas, teniendo en cuenta como es obvio los factores de su conservación y manejo.

Es así como el Centro con la colaboración de varias Universidades Colombianas, publicará una serie de trabajos específicos tendientes al aprovechamiento intensivo y racional de los recursos naturales, así: a) Fábrica de concentrados de animales a base del fruto de la Palma de Moriche; b) Fábrica de aceite de la palma de Seje; c) Fábrica de elementos de aseo, aprovechando las raíces aéreas de la Palma de Chiqui-chiqui; d) Fábrica que aproveche el aceite, la nuez y el fruto de Marañón ; e) Industrias farmacopeicas, en base a las plantas medicinales de la re-

gión; f) Zocriaderos de especies animales silvestres con sus correspondientes biofactorías intensivas; g) Explotación ganadera semi-intensiva ; h) Explotación agrícola, la necesaria para no importar alimentos; i) Explotación intensiva de industrias menores; j) Fábrica de implementos tecnológicos tropicales; k) Refugio turístico conservacionista administrado por el Centro; l) Fábrica de artesanías autóctonas.

Con esta estrategia de desarrollo podemos compensar la pobreza de los suelos y promover establecimientos humanos prósperos que trabajen con la naturaleza y no contra ella.

Sea ésta la ocasión para testimoniar el agradecimiento del Centro de Desarrollo Integrado "Las Gaviotas", por la colaboración que en todo momento le ha prestado el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", entidad ejemplar del sector Público.

PAOLO LUGARI CASTRILLON
Director del Centro de Desarrollo
Integrado "Las Gaviotas"
Orinoquía Colombiana

I N T R O D U C C I O N

La mayor parte de la población colombiana se encuentra con centrada en la región central andina, la de mayor importancia económica del país. Debido al considerable aumento de población, es necesario que parte de ésta migre hacia regiones pobladas como los Llanos Orientales. Pa ra lograr el buen éxito de esta migración, se debe conocer el medio natura l y el estado de la comarca.

La organización de la forma de vida en estos territorios, dependerá en gran parte de la tecnología que se aplique, de las pautas eco lógicas, políticas y administrativas que se sigan y de la correcta utilización de sus recursos.

La Subdirección Agrológica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", considera imprescindible planificar el futuro de esta re gión. Con este fin se realizó el levantamiento integrado del Centro "Las Gaviotas", Comisaría del Vichada, escogida por el gobierno nacional como centro de investigación para el desarrollo del Llano.

El presente trabajo es un levantamiento de suelos de tipo detallado y clasificación para riegos y drenajes, incluye los resultados de la investigación de un grupo de especialistas en diferentes disciplinas relacionadas con la Edafología, la Pedología, la Ingeniería y la Ciencia Forestal.

El informe comprende dos partes a) la descriptiva del área

estudiada, con las interpretaciones y recomendaciones sobre uso y manejo de los suelos, irrigación, aspectos ecológicos, propiedades de los suelos para ingeniería, mineralogía, micromorfología, génesis y taxonomía y b) el apéndice, que incluye las tablas con los resultados de los análisis, la descripción de los perfiles, gráficas, etc.

Este informe se complementa con un mapa del área estudiada a escala 1:20.000, que muestra la distribución de los suelos en el paisaje. En el dorso del mapa aparecen tablas interpretativas de los resultados de algunos de los estudios realizados.

En el presente estudio intervinieron las siguientes personas:

Coordinador: Abdón Cortés Lombana, Agrólogo Ph.D

Prospección pedológica: Julio Morello V., I.A. Fotointerprete y Luis Mehu, I.A.

Propiedades físicas: Fabio Garavito N. Agrólogo MSc.

Propiedades químicas: Beatriz M. de Muñoz Químico MSc.

Riegos y drenajes: Celso Ibarra, Agrólogo

Mineralogía y micromorfología: Carlos Luna Z., Químico Ph.D

Génesis y clasificación: Abdón Cortés L. Agr. Ph.D y Carlos Luna Z. Ph.D

Ecología y Ciencia Forestal: Jorge Rodríguez B., I.F. MSc y Luis E. Useche, I.F.

Uso y manejo de los suelos: Elías Ruíz B., I.A. MSc.

Revisión del texto y cartografía: Hernán Córdoba E., I.A. MSc, Elías Ruíz

B., I.A. MSc, Adela Correa S. I.A .
Cecilia de Carvajal, I.A., Miguel Cor
tés B., Agrólogo.

Dibujo de Publicación: Francisco Sánchez R. y Gilberto Salazar B.

Mecanografía: Gladys S. de Calixto, Cristina de García y Zulay de Montero

GUIA DE LAS UNIDADES DE MAPEO

Símbolo en el mapa	Unidad de mapeo	Página	Unidad de uso y manejo	Clasificación 7ª Aproximación	Extensión	
					Ha	%
ARa	Arenosa franco,pendiente 0-1%	28	V	Tropaqueptic Umbraquox	35.60	1.4
GAa	Gaviotas arcilloso,pendiente 0-1%	22	Vies	Tropeptic Haplustox	783.40	31.4
GAb	Gaviotas arcilloso,pendiente 1-3%	23	Vies	Tropeptic Haplustox	694.60	27.9
HIab	Hidalguía franco arenoso,pendiente 0-3%	25	Vies	Typic Haplustox	14.80	0.6
JAab	Japonesa franco arenoso,pendiente 0-3%	24	VIIs	Tropeptic Haplustox	106.20	4.3
JEab	Jerarquía franco,pendiente 0-3%	23	VIIs	Tropeptic Haplustox	136.60	5.5
MAabx	Macondo franco arenoso,bien drenado,pendiente 0-3%	26	VIIs	Ustoxic Dystropept	255.80	10.3
MAaby	Macondo franco arenoso,moderadamente bien drenado,pendiente 0-3%	26	VIIs	Ustoxic Dystropept	133.40	5.4
MIab	Miralindo arcilloso, pendiente 0-3%	29	V	Typic Ochraqox	131.40	5.3
URa	Urimica arcilloso, pendiente 0-1%	27	V	Typic Ochraqox	62.20	2.5
Pantanos					137	5.4

Para mayor información de uso y manejo de los suelos ver Tabla 2 página 80.

Propiedades de los suelos para ingeniería ver Tabla 5 página 103.

Riegos y drenajes ver Tabla 6 página 125.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

GENERALIDADES

Localización y extensión

El área del Centro Las Gaviotas pertenece al municipio de San José de Ocuté en la Comisaría del Vichada y está geográficamente localizada entre los 4° y 5° de latitud Norte y los 70° y 71° de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 167 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).

Se extiende sobre una superficie de 2.491 hectáreas

Comunicaciones

La carretera principal de Oriente, una a Villavicencio, capital del departamento del Meta, con Puerto Carreño capital de la Comisaría del Vichada. Por esta vía se llega a Las Gaviotas, zona de estudio, que dista aproximadamente 450 kilómetros de Villavicencio.

Las características de estos 450 kilómetros de carretera son las siguientes:

Tramo Villavicencio - Puerto López: 100 kilómetros. Entre las localidades y caseríos intermedios más importantes están: Apíay, La Bodega, Rincón de Pompeya. Los 30 primeros kilómetros están asfaltados,

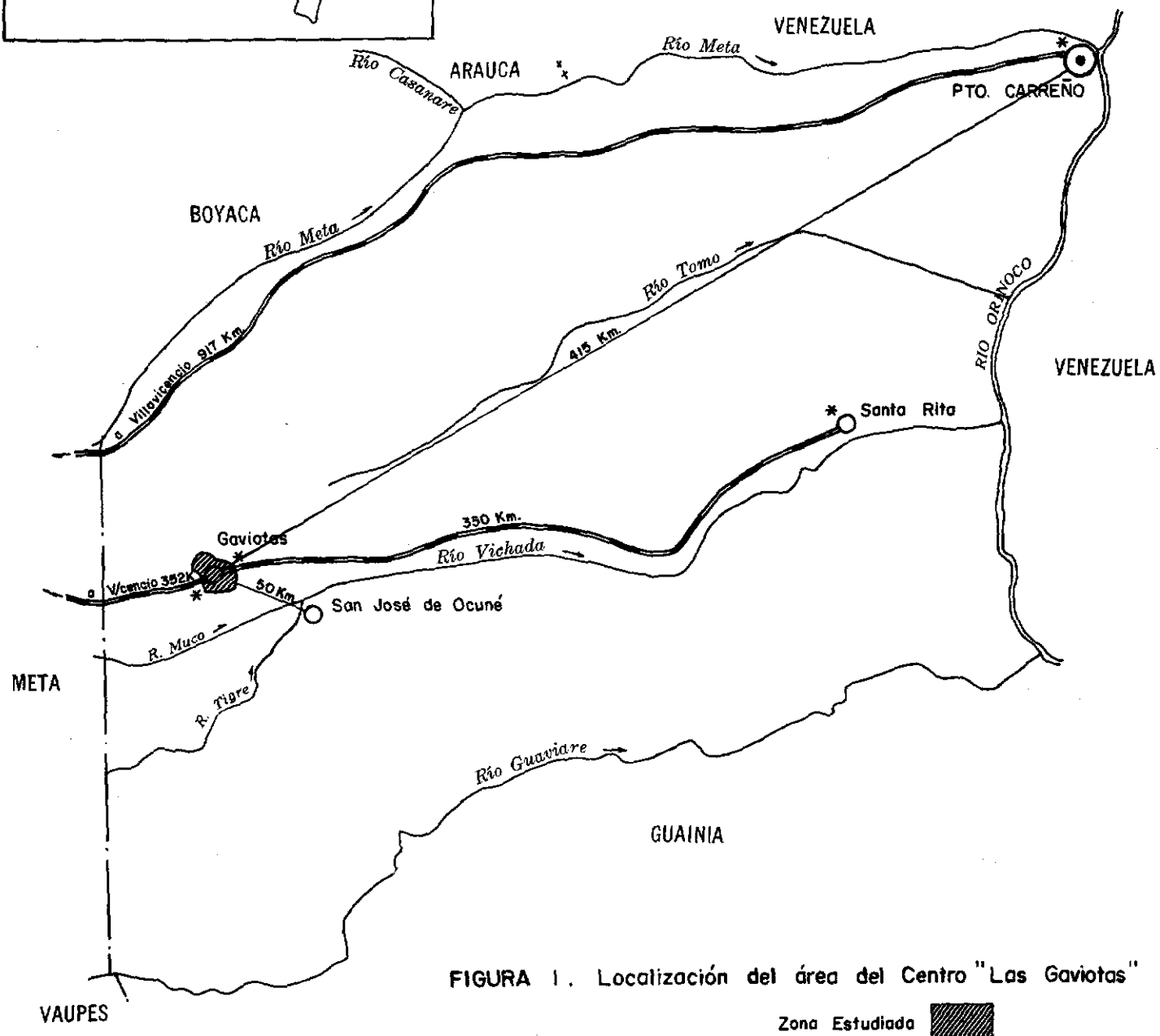
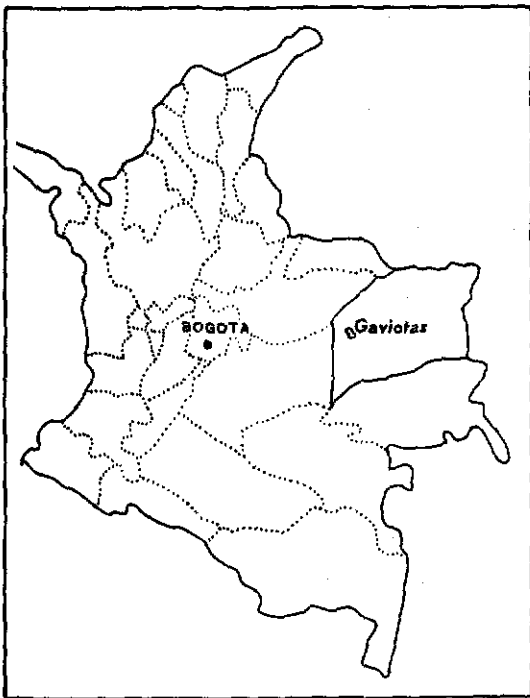


FIGURA 1. Localización del área del Centro "Las Gaviotas"

Zona Estudiada 

el resto se encuentra en preparación para ser asfaltado.

Tramo Puerto López-Puerto Gaitán (puerto sobre el río Manacacías, afluente del Meta): 125 kilómetros. Las localidades intermedias más importantes son: Cajitas, La Esmeralda, Potosí, Mata Azul y La Palmita. Este tramo ha sido construido mediante terraplenes; su mantenimiento no es satisfactorio y su estado es de regular a malo.

Puerto Gaitán-Las Gaviotas: 200 kilómetros aproximadamente, de los cuales sólo los primeros 20 kilómetros corresponden a la continuación del tramo anterior, el resto, es decir 180 kilómetros, corresponde a carretables formados por una red de caminos o huellas dejados por los vehículos que transitan por la sabana, constituyendo un verdadero laberinto. Este carretable se prolonga por entre los ríos Meta y Muco en dirección Noreste, hasta la desviación o cruce con el carretable que conduce a Orocué, aproximadamente a 100 Km de Puerto Gaitán. A partir de este punto el carretable continúa hacia el Este paralelamente al río Muco, pasando por las localidades de La Arepa, Sabanales, Los Mangos y El Viento.

Por otra parte, la aviación comercial presta sus servicios con avionetas y aviones tipo DC3 a las principales localidades del Llano. Las Gaviotas cuenta con 2 vuelos semanales, sin embargo, los itinerarios se entorpecen con frecuencia por diferentes razones: mal tiempo, disponibilidad de aviones, mal estado de las pistas, etc.

EL MEDIO NATURAL

Geología y geomorfología

El área del Centro Las Gaviotas, pertenece en los Llanos Orientales, a la llamada altillanura, que según varios investigadores es tá formada por sedimentos aluviales provenientes de la erosión producida por el levantamiento de la Cordillera y la denudación del macizo de las Guayanas, sedimentos que fueron depositados allí durante la última parte del Terciario y durante el Pleistoceno.

Hacia las postrimerías del Pleistoceno el proceso erosivo se hizo más activo debido al mayor levantamiento que sufrió la Cordillera Oriental, a los fenómenos de glaciación en la Cordillera de los Andes y a los movimientos tectónicos.

Los sedimentos provenientes de la Cordillera fueron arras trados por los ríos y depositados en los Llanos, de tal suerte que los ma teriales que correspondían a los estratos superiores, se depositaron pri mero y luego fueron recubiertos por los estratos inferiores que también su frieron erosión. Así, la composición de los materiales se afectó por la su cesión de diferentes capas de sedimentos (Cortés, L.A., 1973).

Ocurrieron también varias fallas y plegamientos en la Cor dillera que posiblemente influyeron en la activación del proceso erosivo. Esta actividad no fué continua sino que se interrumpió varias veces como

lo demuestra la presencia de numerosas terrazas dentro de la Serranía a un nivel inferior al de la altillanura.

Esta altillanura fue sometida a la acción erosiva de los caños y quebradas que se fueron profundizando hasta alcanzar los niveles bajos de los caños actuales o "esteros". (Cortés, L.A., 1973).

La presencia de las colinas disectadas son, sin lugar a dudas, vestigios de la antigua altillanura plana (Cano, M.F. y Marín E., 1964).

También ha tenido influencia sobre la altillanura el viento, el cual probablemente le ha dado la característica de una superficie suave como si fueran cubiertas y aplanadas todas sus irregularidades (Goo san Doeko, 1964).

El aspecto del área del Centro Las Gaviotas y de la región en general, está determinado por las altillanuras y por las partes bajas que bordean los "esteros". Se caracterizan las altillanuras por una topografía ligeramente ondulada y en ocasiones plana; de pendientes largas y muy suaves, del 1 al 5%.

Las partes más bajas próximas a los "esteros" se extienden en una zona plano-cóncava, donde el suelo es rico en materia orgánica, debido a la alta humedad durante casi todo el año. Estas zonas se encharcan en los meses lluviosos. Los numerosos caños o "esteros" que cruzan la alti

llanura le sirven de drenaje.

Hidrografía

En el Centro Las Gaviotas no hay escasez de agua, pues aunque la precipitación es deficiente en época de verano, hay abundante agua subterránea. El Caño Urimica, uno de los más caudalosos, presenta en tiempo de intenso verano un caudal bajo, pero nunca llega a secarse. El agua para uso doméstico se toma allí y se lleva luego a un pequeño acueducto para su distribución.

En los alrededores de Las Gaviotas los colonos se abastecen por medio de aljibes mediante molinos de viento. Otras corrientes superficiales de agua son más bien temporales y se manifiestan por medio de caños en las épocas de lluvia. Cabe anotar, que los ríos con agua permanente que corren por la región son: el río Tomo y el Muco, pero se hallan muy apartados del Centro Las Gaviotas.

Clima

El clima de la región es característico de las zonas tropicales, con muy poca variación en el promedio anual de temperatura; los períodos de lluvia y de sequía están bien definidos.

Las temperaturas máximas anuales promedias están entre 31 y 33 grados centígrados y las mínimas entre los 20 y 23. Las temperaturas

más altas se registran en Marzo y Abril y las mínimas al terminar la época de lluvias (Figura 3).

La temperatura del suelo, bajo grama y sin vegetación, se registró mediante geotermómetros, a diferentes profundidades comprendidas entre 2 y 100 cm. Durante los meses de Septiembre y Octubre se obtuvo una variación decreciente de las temperaturas máximas con la profundidad (tabla 1).

TABLA 1. Lecturas de geotermómetros en grados centígrados

Profundidad cm	Grama		Tierra	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
2	31.6	25.9	33.5	24.3
5	31.1	25.0	33.0	24.0
10	30.6	25.0	31.0	25.0
20	29.1	26.2	29.6	25.8
30	28.7	26.9	29.0	26.6
50	28.0	27.6	28.0	27.2
100	27.5	27.1	29.8	29.6

Las altas temperaturas durante todo el año provocan una evaporación alta (Ver apéndice Tablas 30 y 31). La región presenta un período seco bien definido de Diciembre a Marzo y una época de lluvias de Abril a Diciembre. Generalmente las lluvias son más abundantes en los meses de

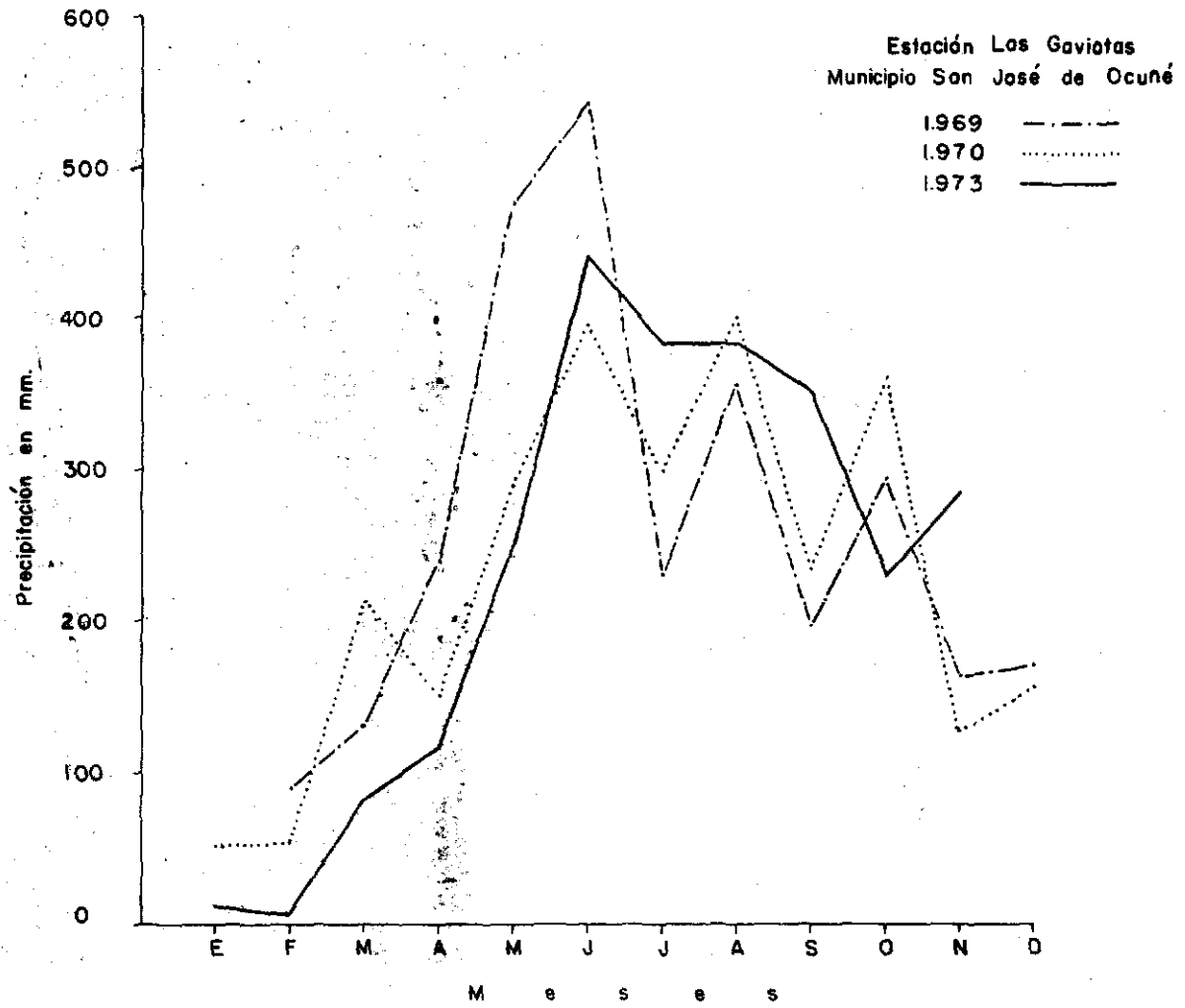


FIGURA 2. Precipitación Media Mensual

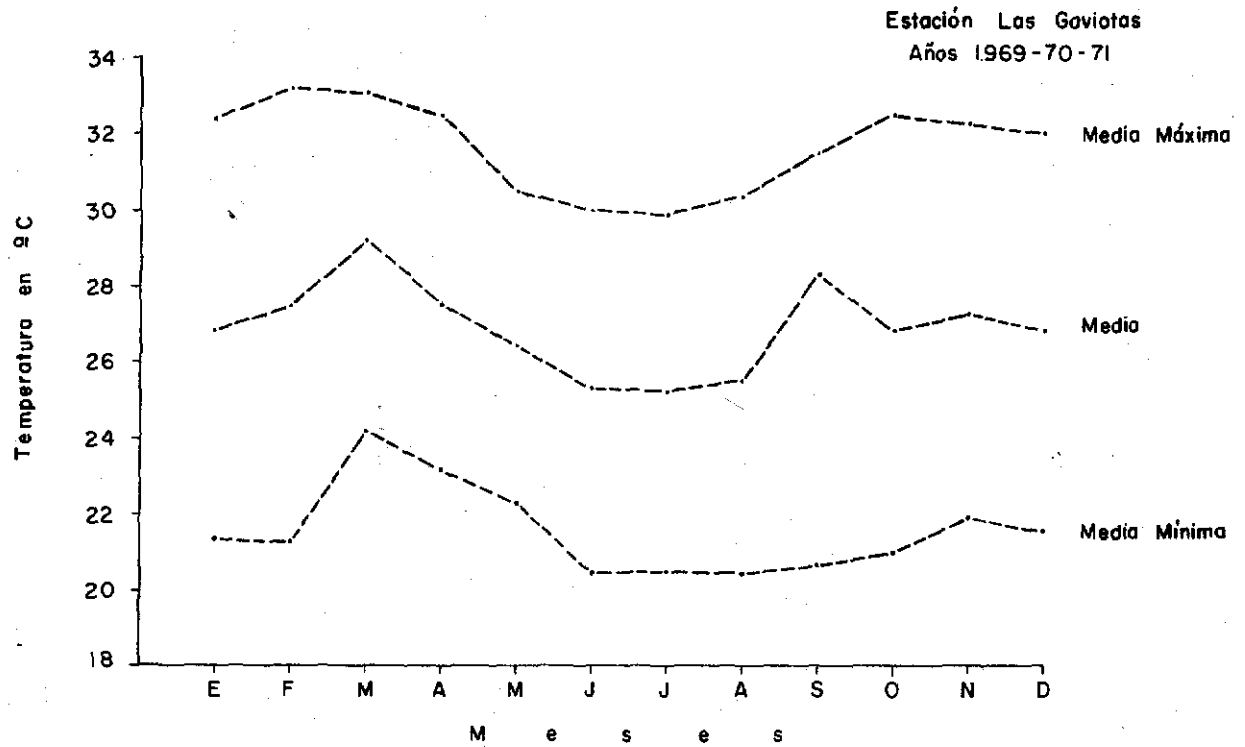


FIGURA 3. Temperatura Media Mensual

Junio, Julio y Agosto (Figura 2); en Septiembre se presentan tormentas acompañadas de fuertes lluvias y descargas eléctricas.

Los vientos alisios soplan durante todo el año pero con más fuerza en la época seca. Los datos tomados en la Estación de Villavencio, registran la velocidad del viento de 4 m/seg, pero en general son muy variables. Igualmente la dirección dominante es Este-Noreste.

Vegetación y fauna

La vegetación representa la fuente productora de materia orgánica en los sistemas ecológicos y está íntimamente relacionada con el hombre y los animales que se alimentan de ella. La manera más adecuada de considerar la vegetación es como el mayor componente biótico de los ecosistemas, teniendo en cuenta los múltiples factores que influyen sobre ella. En el presente trabajo se señalan algunas conclusiones como resultado de un estudio breve de los ecosistemas de la región en la cual se halla ubicado el Centro Las Gaviotas en la Comisaría del Vichada.

Al describir las comunidades vegetales se utilizan los términos vegetación primaria y secundaria. Estos se refieren al estado aproximado en la transformación sucesiva de la vegetación. Un cambio en la composición de especies debido a procesos sucesionales no se debe considerar como determinante para cambiar la denominación del ecosistema. A veces es necesario hacerlo como en el caso de las sabanas con ecosistema boscoso ,

que se supone fue el original.

Formación ecológica

La zona de vida, en la cual se halla ubicado El Centro Las Gaviotas está clasificada como bosque seco tropical (bs.T) según Espinal y Montenegro (1963).

En el presente estudio se ubica como bosque húmedo tropical (bh.T) dentro del sistema de Holdridge (1971), atendiendo tanto las observaciones de campo, como los registros de temperatura con un promedio anual de 28 grados centígrados y una precipitación total anual de 2.700 mm según 3 estaciones meteorológicas ubicadas: la primera en la propia finca Las Gaviotas, la segunda en la Granja Experimental de Carimagua y la tercera en Puerto Gaitán.

Sobre los trópicos húmedos se ha escrito mucho y existen varios mapas a escala mundial o por lo menos regional para delimitarlos. Haig (1969) hizo una reciente enumeración de éstos. A su lista, hay que agregar otras, especialmente los estudios más recientes sobre bases climáticas de CEPAL (1963) Troll (1959) Garnier y Kuchler (1961) y otros regionales.

Lamentablemente no existe un criterio uniforme y al hablar de trópicos húmedos, hay que indicar a qué autor se sigue. Las dificultades son múltiples y no conviene pasar mucho tiempo en su evaluación. Sin

embargo, conviene llamar la atención sobre los principales problemas y la forma como diversos autores han tratado de resolverlos.

Hablando de vegetación ningún autor se ha ceñido al límite geográfico de los trópicos de Cáncer y Capricornio. Más bien han usado límites que a veces los rebasan o no llegan a estos paralelos, basándose en criterios principalmente climáticos y otras veces florísticos y fisiológicos. Ambos criterios requieren una definición de límites de tropicalidad. En cuanto a altura, algunos incluyen toda la región por encima de la línea que divide la zona tropical, mientras que otros solo abarcan las zonas que definitivamente son calientes o sea de baja elevación, usando generalmente datos climáticos para definirlos.

Cuál es el criterio usado para separar las regiones tropicales húmedas de las que no lo son?

Aquí se tienen de nuevo criterios florísticos y fisiológicos de un lado y ecológicos de otro, basados en parámetros climáticos. Además, el problema se complica debido a las posibilidades de transición. Así muchos autores, tales como Garnier y Kuchler (1961) han presentado los trópicos húmedos con dos categorías: las regiones húmedas permanentes y las que aunque húmedas, no lo son permanentemente, pero siguen mereciendo el calificativo de trópico húmedo.

Entre los numerosos autores que se basan en criterios cli

máticos, Holdridge (1971), usa parámetros rígidos de precipitación en combinación con temperaturas medias anuales donde al nivel de 24 grados centígrados por ejemplo, la precipitación debe ser de 2.000 mm por lo menos para ser húmeda. Establece así mismo categorías de zonas de vida que llama muy húmedo y pluvial según va aumentando la precipitación. A menores temperaturas la precipitación disminuye proporcionalmente para que la zona de vida siga mereciendo el calificativo de húmedo. Lauer (1959) y muchos otros usan el concepto de mes húmedo más bien que la precipitación total. Lauer (1959) además hizo una excelente revisión de literatura de lo que se considera un mes húmedo. En una reciente publicación que incluye un mapa, Troll (1959) también usa meses secos definiendo el clima tropical pluvioso por su estación seca que no debe pasar de dos meses y medio y apunta la vegetación resultante como un bosque perennifolio que incluye en su transición las zonas de bosques semidecíduos.

El criterio fisionómico parece ser bastante lógico debido a que bajo condiciones naturales, el límite más seco del bosque perennifolio o sempervirente lo constituye la formación integrada por el bosque deciduo, también llamado tropófilo o caducifolio. Hay naturalmente una zona de transición que será el bosque semidecíduo. Definiendo la cantidad o la proporción de vegetación decidua, parece factible producir un límite; por ejemplo si más del 50% de las copas de los árboles dominantes son deciduos, el bosque no es húmedo. Las sabanas no complican mucho este concepto porque las asociaciones son netamente secundarias o acaso formaciones "aberrantes" como las define Aubréville (1965).

En general, si tuvieran que usarse criterios climáticos para reforzar este criterio fisionómico, lo más lógico es seguir una combinación de criterios para definir climas tropicales húmedos. Como se puede notar, por los anteriores lineamientos, la delimitación de las zonas húmedas es complicada y es por esto que, seguramente los meteorólogos y aún los ecólogos no han podido ponerse de acuerdo.

Composición florística de los bosques de galería

Como regla general la composición de este ecosistema es mixta con una gran cantidad de especies por unidad de superficie. En la composición florística abundan ciertas familias particularmente leguminosae, Lecythidaceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae, Myristicaceae y Simarubaceae. La madera de las especies varía de suave a dura aunque las últimas abundan más; el sistema radicular es generalmente superficial y muchos árboles, entre los corpulentos, tienen raíces tablares aunque también hay notables excepciones. Hay abundancia de epífitas y variable abundancia de bejucos. Estos últimos están generalmente concentrados en los pocos árboles grandes que se encuentran por unidad de superficie. Hay abundancia variable de palmas. Dentro de este ecosistema boscoso, existen algunos árboles emergentes que llegan a los 28 m de altura y ocasionalmente a más.

En este ecosistema intervienen muchas variables. Por ejemplo, la duración de las inundaciones y su frecuencia, la altura de las aguas, el sedimento que depositan y la relativa cercanía de la capa freática

tica con las raíces.

La característica más típica de estos bosques es una reducción en el número de especies por unidad de superficie formando a veces hasta rodales puros (Morichales).

Zona de sabana

El hombre tala el bosque para dejar que las gramíneas invadan y formen las sabanas. La presencia de la sabana no está correlacionada con factores como la geología ni la topografía de la misma. Al contrario, las áreas de chaparrales, es decir las sabanas con arbustos resistentes al fuego, parecen ser un fenómeno más antiguo en algunos casos, quizás algunas veces formados sólo por el fuego sin la participación de la tala.

Algunas áreas de la sabana están dominadas por Thachypogon sp gramíneas que presentan un color verde grisáceo. Esta vegetación no presenta la invasión de especies foráneas y parece ser muy estable. Aparentemente es una vegetación original. La mayoría de la vegetación secundaria se debe a la interacción entre el hombre y el fuego sobre el ecosistema - que originalmente fue de bosque. La presencia de estas sabanas se explica aparentemente por la existencia de suelos de baja fertilidad.

En muchos casos los suelos de la sabana cerca del bosque son del mismo tipo de los del bosque mismo en cuanto a su profundidad y co

lor. Esta misma relación fue demostrada en otras partes de los Llanos por Blydenstein (1967). Es posible que antiguamente los incendios comenzaban en los "esteros" en donde existe una vegetación herbácea seca y propicia para el fuego, y luego se propagaba hacia el bosque. Es únicamente en los bordes donde suelen morir los árboles quemados, pues dentro del bosque el fuego tiene poca intensidad. Al aumentar la frecuencia de los incendios debido a la actividad del hombre, es probable que el área de los bosques haya sufrido una disminución marcada y en consecuencia las sabanas han logrado mayor expansión. El hecho de que los bosques estén irregularmente distribuidos en manchas es el resultado de esta interacción. Es decir, existe un equilibrio entre bosque y sabana debido a los cambios en la fisiografía y a la obra del fuego. Viejos bosques de galería alternan con las sabanas correspondientes.

El fuego opera de una manera diferente en las lomas. El establecimiento de la sabana allí casi siempre depende de la tala. Una vez que se quema la base de la loma, el fuego continúa hacia arriba y toda la vegetación de la ladera se muere. En general, los fuegos mantienen limpias las laderas altas e inclinadas, mientras que los chaparrales llegan a dominar en las partes bajas y de poca inclinación.

Otra característica contrastante de las sabanas de los Llanos, es la presencia de manchas amplias de matorrales densos. Estos se pueden explicar por el grado de retención de nutrientes minerales en el suelo y en las plantas. Es posible que las sabanas recién formadas sean pro

ductivas en material orgánico, lo cual como combustible favorece los in tensos incendios que causan la expansión de la misma sabana, pero con la repetición de la quema, los nutrientes del ecosistema se pierden por el la vado de la materia sólida, el humo y la volatilización.

El ecosistema, al empobrecerse en nutrientes, produce me nos material inflamable. En este caso, por la misma ausencia del fuego, la sucesión puede dar como resultado el regreso de los matorrales pobres en nutrientes.

Bosques ricos en nutrientes acumulados durante años culmin arán este proceso cíclico.

Este conjunto de observaciones trata de explicar la inte racción de la fisiografía y los procesos sucesionales propios de los eco sistemas. La comprobación de estos mecanismos será útil para cualquier planificación del manejo y del uso de los Llanos.

COMO SE TRAZAN Y CLASIFICAN LOS SUELOS

Los pedólogos hicieron este reconocimiento para conocer los suelos que hay en la región del Centro Las Gaviotas, anotar su localización en un mapa, estudiar los problemas que presentan e indicar a los usuarios cómo deben manejarse.

Durante la etapa de reconocimiento de la región, los pedólogos trabajaron la mayor parte del tiempo a pie, midieron el grado de inclinación, la longitud y la forma de las pendientes, observaron el tamaño y velocidad de las corrientes de agua, la flora nativa, la fauna y demás formas de vida silvestre, la acción del hombre, las clases de rocas, los suelos y tomaron los datos que pueden afectar la adaptabilidad de las tierras para la ganadería, la agricultura, los proyectos forestales, el albergue de la fauna silvestre, las obras de ingeniería, etc.

Los pedólogos relacionaron entre sí los suelos que estudian, los compararon con los de otras áreas cercanas y de lugares distantes. Clasificaron y designaron los suelos de acuerdo a las últimas normas establecidas (Sistema Taxonómico Americano), de suerte que para usar este informe con toda eficiencia es necesario conocer las clases de agrupaciones que se usan más en una clasificación local de suelos.

Los suelos que tienen perfiles semejantes y que se han desarrollado a partir de un mismo material constituyen una serie de suelos

aunque presenten diferencias en la textura de la capa superficial.

Un perfil está formado por las capas naturales, u horizontes de un suelo y se extiende desde la superficie hacia abajo, hasta el material que no ha sido afectado mayormente por los factores formadores de suelo. Generalmente para los reconocimientos, los perfiles se describen hasta una profundidad de 1.50 m.

Todos los suelos que pertenecen a una misma serie tienen horizontes mayores que se asemejan en espesor, ordenación en el perfil y en otras características importantes. A cada serie de suelos se le designa con el nombre de un pueblo, vereda, finca u otro detalle geográfico cerca no al lugar en donde se observó por vez primera. Por ejemplo, Gaviotas y Macondo son dos series de suelos cuyos nombres fueron tomados de las fincas del mismo nombre.

Una serie de suelos puede variar en inclinación, grado de erosión, pedregosidad, profundidad o en algún otro detalle que afecte su uso, de tal manera que no podrían hacerse recomendaciones prácticas sobre su uso si aparecieran en el mapa de suelos como una sola unidad; en consecuencia se separan en el mapa como fases. El nombre de una fase de suelos indica el o los detalles que afectan su manejo, por ejemplo:

MAbx:

MA = Serie Macondo

b = pendiente 1-3%

x = bien drenado

Una vez elaborada una leyenda tentativa, los edafólogos establecieron mediante fotografías aéreas a escala 1:10.000, los límites de los paisajes y subpaisajes fisiográficos, los límites de las fincas, zonas de bosques, ubicación de edificios y de otros detalles que ayudan notablemente a marcar las colindancias con exactitud. Con esta base, los edafólogos recorren el área, hacen las observaciones de los suelos cada 100 o 200 m, chequean los límites de los paisajes y hacen las separaciones de las series, tipos y fases, preparando así el mapa detallado de los suelos que aparece al final de este informe.

Mientras se hace el reconocimiento de suelos se toman muestras de estos, para determinaciones de laboratorio, con fines de riegos y drenajes, pruebas de ingeniería y caracterización en general.

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Para el estudio de los suelos del Centro Las Gaviotas se tomaron en consideración entre otros factores como el desarrollo pedogenético, posición fisiográfica, relieve y drenaje natural.

La leyenda que aparece en el mapa se resume como sigue:

- A. Altillanura
- Aa. Altillanura bien drenada, plano convexa, con pendientes 0-3%
- Aa. 1. Zonas planas con pendientes 0-1%, de textura arcillosa
Serie GAVIOTAS GAa
- Aa. 2. Zonas ligeramente convexas con pendientes 1-3%, de textura arcillosa
Serie GAVIOTAS GAb
- Ab. Altillanura bien y moderadamente bien drenada, con pendientes 0-3%
- Ab. 1. Zonas bien drenadas, con pendientes 0-3%
- Ab. 1.1. Suelos de textura arcillosa
Serie JERARQUIA JEab
- Ab. 1.2. Suelos de textura franco gruesa
Serie JAPONESA JAab
- Ab. 1.3. Suelos de textura franco fina
Serie HIDALGUIA HIab
- Ab. 1.4. Suelos de textura franco gruesa

Serie MACONDO MAbx

Ab. 2. Zonas moderadamente bien drenadas, con pendientes 0-3%. Suelos de textura franco gruesa

Serie MACONDO MAaby

Ac. Esteros, con relieve plano cóncavo, con drenaje imperfecto a pobre

Ac. 1. Bordes y lechos de los esteros pobremente drenados, con pendientes 0-1%

Ac. 1.1. Suelos de textura arcillosa

Serie URIMICA URa

Ac. 1.2. Suelos de textura franco fina

Serie ARENOSA ARa

Ac. 2. Colas de los esteros, con drenaje imperfecto a pobre y pendientes 0-3%. Suelos de textura arcillosa

Serie MIRALINDO MIab

<u>Pendientes</u>	<u>%</u>	<u>Drenaje</u>	<u>Condición</u>
a	0-1	x	Bien drenado
b	1-3	y	Moderadamente - bien drenado

Aa. Suelos de la altillanura bien drenada, plano-convexa, con pendientes 0-3%

Comprenden la parte más amplia de la zona estudiada. Los

suelos son de texturas finas y de colores pardo fuerte, rojo, rojo amarillento, en los que no se observan rasgos de moteos o manchas. El nivel freático en general es profundo. No obstante, se presenta el caso de agua superficial en épocas de lluvias debido a un falso nivel freático. Esta es rápidamente drenada tanto lateral como verticalmente.

Aa. 1. Zonas planas con pendientes 0-1% de textura arcillosa

Serie GAVIOTAS (GA)

Ocupa la parte más alta de la altillanura y abarca alrededor del 70% del área total del Centro Las Gaviotas. Comprende suelos bien drenados, de texturas finas y muy finas en todo el perfil, con evidencia muy notable de una gran actividad biológica ascendente y descendente, la cual se manifiesta por la presencia de formaciones especiales de color oscuro y formas irregulares tanto en la superficie del terreno como dentro del perfil.

Al describir detenidamente el perfil, se observa que la parte superior es de colores pardo oscuro, pardo grisáceo muy oscuro, pardo amarillento y pardo fuerte, y presenta la mayor actividad biológica y la apariencia de estar constituida de un material diferente al de los estratos subyacentes.

Los horizontes son en general arcillosos, los inferiores,

ricos en sesquióxidos de hierro y aluminio, productos de alteración y migración de los materiales que sometidos a las altas temperaturas y precipitaciones han sufrido los procesos de ferralitización (formación de un horizonte óxico). A medida que se profundiza, los colores varían de rojo amarillento a rojo.

Es conveniente anotar, que en algunas áreas pueden presentarse esporádicamente, concreciones de material petroférico, pero debido a su poca ocurrencia no se justifica la cartografía de una nueva serie - (perfil PG-16, ver apéndice).

Fases:

De estos suelos se cartografiaron 2 fases por pendiente

Pendiente 0-1% zonas planas GAa

Pendiente 1-3% zonas ligeramente convexas GAb

Ab. Suelos de la altillanura bien y moderadamente bien drenada, con pendientes 0-3%

Ab. 1. Zonas bien drenadas, con pendientes 0-3%

Ab. 1.1. Suelos de textura arcillosa

Serie JERARQUIA (JE)

Esta serie se encuentra en zonas con relieve ligeramente

plano y sus suelos son bien drenados. Tiene una capa superficial de textura franca de 10 a 25 cm de espesor, sobre un material pardo amarillento, de textura franco arcillosa que descansa a su vez sobre una capa de concreciones de hierro. Esta capa ocupa un 80% del horizonte, embebido en una matriz franco arcillosa de color rojo amarillento, con abundantes manchas amarillo-oliváceas. El subsuelo es arcilloso, de color rojo con manchas en más del 20%, de color amarillo oliva; presenta escasa cantidad de concreciones, duras y blandas que contienen un alto porcentaje de granos de cuarzo de diferentes tamaños.

Se presentan áreas en donde la capa de concreciones se encuentra a mayor profundidad, pero muestran las mismas características en cuanto a color, textura, etc. Ocurren en una de las unidades que integran esta serie dos pequeñas formaciones de corazas de extensión muy reducida (perfil PG-17 ver apéndice).

El símbolo en el mapa, correspondiente a este suelo es JEah.

Ab. 1.2. Suelos de textura franco-gruesa

Serie JAPONESA (JA)

Los suelos de la serie Japonesa están en zonas con pendientes 0-3%, de relieve plano a ligeramente plano, profundos, bien drenados. Tienen una capa superficial de poco espesor con muy poca materia orgánica, de color pardo amarillento oscuro a pardo amarillento, de textura franco

arenosa, con un material subyacente de color pardo fuerte, y también de textura franco arenosa, con escasa presencia de concreciones de hierro.

En las capas inferiores se presentan dos horizontes de texturas igualmente franco arenosas y de color rojo amarillento, con presencia de concreciones, de forma irregular y de tamaño variable (perfil PG-18, ver apéndice).

El símbolo en el mapa correspondiente a este suelo es JAab.

Ab. 1.3. Suelos de textura franco fina

Serie HIDALGUÍA (HI)

La serie Hidalguía ocupa una posición de transición entre la altillanura y el estero, corresponde a un área pequeña, ligeramente plana, con pendientes 0-3%. Los suelos son profundos, bien drenados.

Los horizontes superiores son de colores pardo amarillento oscuro y rojo amarillento, de texturas franco arenosa y franca. Los horizontes inferiores, a partir de los 65 cm de profundidad, son de color rojo oscuro y de texturas arcillosas, que cambian a franco arcillo arenosas después de los 120 cm. Existen concreciones de hierro, duras y blandas, de color rojo muy oscuro, de tamaño variable; ocupan más del 50% del último horizonte (perfil PH-1 ver apéndice).

El símbolo en el mapa, correspondiente a este suelo es

HIab

Ab. 1.4. Suelos de textura franco gruesa

Serie MACONDO (MA)

Los suelos de la serie Macondo se encuentran en la transición entre las partes más altas de la altillanura y el estero. Son bien y moderadamente bien drenados, el nivel freático es profundo; la textura - franco arenosa en todos los horizontes.

Tiene la misma secuencia, en cuanto a los colores, que la serie Gaviotas y ocupa en importancia el segundo lugar por su extensión.

En ocasiones, se encuentran áreas con presencia en el perfil de concreciones de hierro, manganeso y gravillas de cuarzo de diferente tamaño; las concreciones aumentan con la profundidad y son de color rojo oscuro.

Generalmente estos suelos presentan sobre la superficie, arenas diseminadas, sueltas y de grano fino, como consecuencia de una deposición por erosión laminar de zonas vecinas más altas (perfil PG-10 ver apéndice).

Se cartografiaron dos fases por drenaje así:

Zonas bien drenadas con pendientes 0-3% MAabx

Zonas moderadamente bien drenadas con pendientes 0-3% MAaby

Ac. Suelos de los esteros, con relieve plano cóncavo de drenaje imperfecto a pobre

Ac. 1. Bordes y lechos de los esteros pobremente drenados, con pendientes

0-1%

Suelos localizados a ambos márgenes del caño Urimica. El relieve es plano y el microrelieve plano-cóncavo, expuestos a encharcamiento durante largo tiempo; el drenaje natural es pobre. Fueron cartografiadas en esta posición dos series de suelo: la Urimica y la Arenosa.

Ac. 1.1. Suelos de textura arcillosa

Serie URIMICA (UR)

Los suelos cartografiados en esta serie ocupan un área relativamente pequeña y están localizados sobre la margen izquierda del caño Urimica en forma de faja estrecha. El relieve es ligeramente plano en la parte más alta y plano-cóncavo en la más baja; el drenaje es pobre y el nivel freático es muy alto, se encuentra a 10 cm de profundidad. En épocas de lluvia sufre encharcamientos e inundaciones.

El perfil presenta una capa superficial de color negro, de alto contenido de materia orgánica de textura arcillosa y estructura granular, de 12 a 15 cm de espesor que reposa sobre horizontes de textura arcillo limosa y de color pardo amarillento, con manchas de color rojo. A partir de los 85 cm de profundidad presenta un horizonte constituido por un material matriz de color pardo pálido, en cuyo interior aparecen unas formaciones similares a concreciones irregulares, de diámetro variable, de pocos milímetros hasta 5 o más cm, de material arcilloso y de color oscuro. Den

tro de estas formaciones se observan abundantes poros finos y muy finos , con oxidaciones de color pardo rojizo.

Como inclusiones en esta serie se encuentran suelos de texturas arcillo limosas, de color negro en todo el perfil y suelos gleiza dos, con concreciones de hierro. Su escasa extensión y la forma de ocurren cia localizada, no permitió que fueran cartografiados separadamente; queda ron figurando como inclusiones dentro de esta serie Urimica (perfil PU-1, ver apéndice).

Fases:

Zona plana con pendientes 0-1% URa

Ac. 1.2. Suelos de textura franca fina

Serie ARENOSA (AR)

Esta serie se encuentra a ambos lados del caño Urimica. Co rresponde a una zona baja y pantanosa, especialmente en época de invierno. El microrelieve es plano-cóncavo. El perfil presenta un horizonte superfi cial de escaso espesor, de color negro, de alto contenido de materia orgá nica. Las texturas francas, franco arenosas y franco arcillosas, alternan en el perfil. A partir de los 85 cm de profundidad y en forma abrupta, la textura pasa de franco arcillosa a franco arenosa, suelta, rica en cuarzo, de color pardo muy pálido, con manchas rojas (perfil PU-2, ver apéndice).

Fases:

Zonas con pendientes 0-1% ARa

Ac. 2. Suelos de las colas de los esteros con drenaje imperfecto a pobre,
de textura arcillosa

Serie MIRALINDO (MI)

Esta serie se encuentra principalmente en las colas de los esteros, en las depresiones que recogen las aguas de drenaje y también en pequeñas áreas a lo largo de los caños. Algunos perfiles presentan una gran actividad biológica y contienen concreciones.

Son áreas de relieve plano-cóncavo, con ligera inclinación, húmedas, encharcables y de drenaje pobre. Presentan una capa superficial rica en materia orgánica, de color pardo grisáceo muy oscuro a negro.

Todos los horizontes son de textura arcillosa y de color pardo amarillento, con abundantes manchas como consecuencia de las fluctuaciones del nivel de las aguas freáticas, en época de lluvia.

La presencia de concreciones de hierro es escasa en los primeros horizontes, pero aumenta considerablemente a medida que se profundiza (perfil PG-20, ver apéndice).

Fases:

Zonas con pendientes 0-3% MIab

DISCUSION DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS

PROPIEDADES FISICAS

Es de creencia común que los suelos de los Llanos Orientales, a pesar de sus pobres características químicas, tienen unas propiedades físicas adecuadas para la explotación agrícola. Sin embargo, en la presente investigación se encontró, para el área estudiada, que esta afirmación no es cierta, ya que, en forma general estos suelos presentan unas condiciones físicas desfavorables para el normal desarrollo de los cultivos.

Distribución de partículas

En forma general estos suelos presentan texturas finas y en menor frecuencia medias (series Macondo y Japonesa). Todos los suelos muestran tendencia a aumentar la arcilla con la profundidad (ver tabla 8 del apéndice), debido seguramente a que ésta se ha lixiviado de la parte superior del perfil. Una excepción es la serie Miralindo, en la cual la arcilla disminuye con la profundidad. Esto posiblemente se deba a un enriquecimiento en las capas superiores, por acumulaciones a causa del arrastre de arcilla por erosión de series de posición fisiográfica más alta. Esta sería otra causa para explicar el menor contenido de arcilla en los horizontes superiores en otras series.

A excepción de las series Jerarquía que tiene concreciones en los horizontes B21 y B22 e Hidalguía en el horizonte B24, todo el material de estos suelos es más fino que 2 mm. Sin embargo, en las des

cripciones de campo se reportan concreciones en los horizontes B22 de la serie Japonesa y B21 y B22 de la serie Urimica.

Densidad real y aparente

La densidad real de estos suelos es en general mayor que 2.65 g/cc, promedio asignado en la literatura para los minerales del suelo. Este mayor valor es explicable por la presencia de óxidos de hierro y baja cantidad de materiales orgánicos. Los valores de densidad real fluctúan entre 2.4 y 3.0 g/cc (ver tabla 9 del apéndice), habiendo una tendencia definida a aumentar con la profundidad en el perfil. Se encuentran algunas excepciones donde hay discontinuidad litológica o cambios texturales.

La densidad aparente es una propiedad importante, porque determina la porosidad y por tanto el movimiento y almacenamiento de aire y agua en el perfil. Esta es una de las características más sobresalientes de estos suelos. Algunas unidades de los suelos del Centro Las Gaviotas como las series Miralindo, Urimica y Arenosa, que ocupan sólo un pequeño porcentaje del área estudiada (cerca a los esteros), presentan densidades aparentes bajas (0.7-1.4 g/cc), que pueden considerarse normales para una aireación adecuada y fácil movimiento del agua; pero por otra parte, estos son los suelos de las partes bajas, mal drenadas. Su baja densidad aparente se debe al alto contenido de materia orgánica.

Los demás suelos de este Centro, presentan densidades apa

rentes que pueden considerarse limitantes para el normal desarrollo de la mayoría de los cultivos. Sus valores, excepción hecha de la serie Gaviotas, que en el primer horizonte tiene 1.2 g/cc, fluctúan entre 1.4 y 1.8 g/cc, mostrando un aumento definido con la profundidad. Suelos con densidades aparentes tan altas pueden considerarse compactos y solamente podrán adaptarse a ellos cultivos poco exigentes en aire. Por otra parte, este estado de compactación impide la penetración de las raíces. Ueihmeyer y Hendrickson (1948), encontraron que ninguna raíz penetró suelos con una densidad aparente de 1.9 g/cc o mayor; en algunos suelos arenosos los valores limitantes fueron 1.7-1.8, y en arcillas 1.6-1.7 g/cc e incluso hasta 1.46.

Porosidad

La porosidad total por sí sola no es un indicativo de otras características del suelo. Muchas veces los suelos presentan alta porosidad total, pero el movimiento del aire y agua o la acumulación de la humedad son limitadas por distribución inadecuada de macro y microporosidad. Si se considera que los suelos normales tienen un valor promedio del 50% de su volumen ocupado por espacios porosos, los suelos del Centro Las Gaviotas tienen: a) alta porosidad total, los localizados en posiciones fisiográficas bajas, cerca de los esteros, donde existe mayor contenido de materia orgánica y baja densidad aparente; b) porosidad normal en suelos de posiciones más altas como aquellas de la serie Gaviotas, y c) porosidad baja en los suelos de posiciones intermedias como las de las series Macondo e Hidalguía.

La porosidad total tiende a disminuir con la profundidad, en la misma proporción en que aumenta la densidad aparente, (ver tabla 9 del apéndice).

Relación macro-microporosidad

Solamente en la serie Macondo parece existir un adecuado equilibrio entre macro y microporosidad. Sin embargo, en este suelo la porosidad total es baja. En los demás suelos existen dos grupos definidos : a) uno formado por las series Gaviotas, Jerarquía, Miralindo, y los horizontes inferiores de Arenosa e Hidalguía, donde la microporosidad es notablemente mayor, por lo tanto, se presentarán problemas para el movimiento del agua e intercambio gaseoso, y b) los suelos de las series Japonesa y primeros horizontes de Arenosa e Hidalguía, donde hay una mayor macroporosidad. Esta clasificación guarda relación con las texturas, ya que donde la macroporosidad es mayor, los suelos son franco arenosos.

Se observa que la microporosidad tiende a aumentar con la profundidad, lo cual es explicable por aumentos en el contenido de arcilla y densidad aparente, mientras que la macroporosidad disminuye en la misma dirección. Esto pone de manifiesto que la disminución de la porosidad total con la profundidad, se debe ante todo a una reducción en la macroporosidad y por lo tanto, a un aumento en el grado de compactación del suelo.

Estabilidad de la estructura

Los suelos del Centro Las Gaviotas presentan una agrega

ción en bloques subangulares bien desarrollados. Cuando estos agregados se someten a la acción del agua, en pruebas de laboratorio, se encuentra que existe una alta estabilidad (alto índice de agregación) de la estructura, teniendo en cuenta que la literatura da el valor de 0.5 como límite para considerarla alta. Esta característica está en desacuerdo con otras propiedades físicas de estos suelos, como alta densidad aparente, baja macroporosidad, alta proporción de microporos y lenta permeabilidad. Sin embargo, cuando se hizo esta determinación se observó lo siguiente: a) los bloques subangulares se transforman por acción del agua en agregados granulares; b) estos gránulos son muy difíciles de destruir al someterlos a un proceso de agitación fuerte, en presencia de agentes dispersantes.

Estas observaciones conducen a formular las siguientes hipótesis: a) la estructura de los suelos del Centro Las Gaviotas no es bloca sino granular; b) los gránulos son compactos y fuertemente cementados, hasta el punto que tienen apariencia, e inclusive en el campo, se comportan como gravas; c) estos gránulos pueden ser el inicio de la formación de concreciones; d) el empaquetamiento de los gránulos debe ser tal que condiciona un mínimo de espacio poroso entre ellos, el cual se encuentra ocupado por material del suelo no agregado; e) la formación de bloques es el resultado de pequeñas fuerzas de expansión y contracción que, sumadas a la reactividad de coloides que recubren la superficie de los gránulos, hace que el material no agregado se adhiera a ellos, determinando las aristas y vértices de los bloques.

En conclusión, la estructura de bloques que presentan es

tos suelos, está formada por un núcleo redondo muy estable a la acción del agua y por bordes y aristas inestables. Por lo tanto, el alto índice de agregación determinado por la cementación en el núcleo, puede ser engañoso. Estos suelos deben ser considerados más bien como formados por gravas, en las que el espacio poroso que ellas dejan está relleno en forma compacta, por materiales finos no agregados. Esto explica por qué el índice de agregación no guarda relación con otras propiedades del suelo. Además, pone de manifiesto que este parámetro, para suelos de esta clase, no es indicativo de buenas propiedades físicas.

Índice de plasticidad

El índice de plasticidad es el rango de humedad en el cual el suelo es plástico y determina la resistencia o facilidad para realizar labores agrícolas.

Con base en esta característica los suelos del Centro Las Gaviotas pueden dividirse en tres grupos: a) suelos de baja plasticidad, donde las labores agrícolas pueden realizarse con facilidad, como en las serie Macondo, Arenosa, Japonesa e Hidalguía; b) suelos moderadamente plásticos, los de la serie Jerarquía y, c) suelos muy plásticos, difíciles de manejar como los de las serie Gaviotas, Miralindo y Urimica.

Retención de humedad

En la tabla 10 y figuras 10 a 17 del apéndice se presentan

los valores de retención de humedad de estos suelos. En cuanto a esta propiedad, los suelos se comportan en forma diferente a los de igual textura de otras regiones. Es muy notorio el hecho de que estos suelos retienen alta humedad a tensiones bajas (0.1 bar). Cuando la tensión se aumenta a 0.3 bares, el contenido de humedad se acerca rápidamente al presentado a 15 bares.

Las curvas de retención de humedad muestran un comportamiento de estos suelos muy parecido a los arenosos, hecho que es reportado por Sharma y Uehara (1968), quienes dicen que las relaciones suelo-agua, en suelos con caolinita y óxidos, con buena agregación, pueden ser bien diferentes a aquellas propias de suelos con arcillas de relación 2:1. Las curvas de contenido de agua contra succión en suelos pesados con alto contenido de caolinita y óxidos, son similares en parte a las propias de los arenosos.

Parece útil aquí enunciar en forma textual, algunos de los conocimientos que se tienen actualmente sobre oxisoles, reportados por G. Uehara y J. Keng (1974). "En oxisoles bien agregados, el agua puede estar en poros grandes entre los agregados y en poros pequeños dentro de los agregados. El agua en los poros grandes se mueve rápidamente bajo la fuerza de gravedad, y la capacidad de campo se obtiene a presiones bajas, generalmente entre 0.1 y 0.15 bares. La capacidad de campo se alcanza a estas bajas presiones debido a que en ellas la conductividad hidráulica es muy baja, en una forma similar a como ocurre en suelos arenosos. El agua en poros pequeños es inmóvil en su mayor parte y puede ser extraída solamente

cuando presiones muy altas (mayores de 100 bares) son aplicadas al suelo. Desde un punto de vista agronómico, la relación entre el contenido de agua y la presión entre cero y dos bares es importante, ya que en estos suelos el agua retenida por encima de 2 bares no es fácilmente disponible a las plantas debido a su baja movilidad".

La fuerza de retención y la facilidad relativa de remoción del agua del suelo, en el rango de crecimiento de las plantas, está en relación con el arreglo de la microestructura del suelo, que se manifiesta en la forma de las curvas de retención de humedad. La estructura más deseable es aquella en la que cantidades casi iguales de agua se liberan del suelo con disminuciones iguales del potencial (aumento de succión). En tales casos, el trabajo efectuado por unidad de agua removida aumenta más lentamente que en suelos con una microestructura menos deseable (Gavande 1972).

Las curvas de retención para los suelos del Centro Las Gaviotas tienen la forma de aquellas para Oxisoles descritas por Uehara. Esta forma pone de manifiesto, según Gavande, que el arreglo de la microestructura de estos suelos no es la más deseable. Por otra parte, es difícil conocer la cantidad de agua aprovechable en estos suelos, por falta de un conocimiento exacto de las tensiones entre las que se encuentra el agua que puede ser tomada por los cultivos. Parece que el cálculo entre 0.3 y 15 bares no tiene ningún valor; puede ser más real la diferencia entre 0.1 y 15 bares, aunque por otra parte, cuando el agua del suelo está retenida a 15 bares, ya las plantas pueden haber muerto por marchitamiento.

Es necesario adelantar investigaciones encaminadas a establecer las tensiones dentro de las que se encuentra la humedad aprovechable en suelos de esta clase.

PROPIEDADES QUIMICAS

Reacción del suelo

Los resultados de las determinaciones de pH en agua, cloruro de potasio y cloruro de calcio se dan en la Tabla 11 del apéndice. El pH de los suelos, medido en agua es muy fuertemente ácido (4.5-5.0) en todas las series menos en el horizonte A1 de la serie Urimica que tiene el valor de 4.2 considerado como extremadamente ácido. Dentro de los perfiles, con excepción de la serie Arenosa, los valores de pH tienden a aumentar con la profundidad, tendencia anotada ya por varios autores en los suelos de los Llanos Orientales (Toquica y Bernal 1964, Guerrero R. 1971). Esta tendencia es menor y menos consistente cuando la determinación de pH se efectúa en KCl o en CaCl_2 .

En todas las series y en todos los horizontes los valores de pH medidos en KCl son menores que los valores de pH medidos en agua, el Δ pH varía entre -0.3 y -1.5, este valor negativo de Δ pH indica que el suelo es intercambiador de cationes puesto que su carga neta es negativa o que el punto de carga cero de los coloides está por debajo del pH del suelo (Mekaru y Uehara 1972, Uehara 1974).

Los valores de pH en CaCl_2 son menores que los valores de

pH en agua y ligeramente superiores a los pH en KCl. La medida del pH en CaCl_2 0.01 M da valores seguros, reproducibles y es independiente de la relación suelo: solución (Schofield y Taylor 1955). Los valores de pH en los dos primeros horizontes de las series estudiadas oscilaron entre 4.0 y 4.5. De acuerdo a la interpretación sugerida para la medida del pH en CaCl_2 , estos valores están por debajo del rango 4.5 a 5.0 considerado como muy ácido e insatisfactorio para la mayoría de los cultivos (Woodruff 1967).

Bases intercambiables y acidez intercambiable

La suma de bases intercambiables en todos los perfiles es extremadamente baja (Tabla 11 del apéndice). A pesar de que el Ca y el Mg son los cationes predominantes, las series Gaviotas, Jerarquía, Urimica, Miralindo y Arenosa muestran un relativo enriquecimiento de potasio en los primeros horizontes que en algunos casos iguala el valor del Ca o Mg y en el horizonte A1 de la serie Urimica alcanza a 0.2 me/100 g. Este relativo enriquecimiento o preservación del potasio, en las capas superiores, en comparación al agotamiento casi total del Ca y Mg posiblemente se debe al reciclaje biológico de la vegetación nativa constituida por Bulbostylis la nata H.B.K. (cabeza de indio) y Scleria histella S.W.^{1/} (paja de sabana) - con mayor absorción de potasio que de calcio y magnesio; el análisis de estas especies, colectadas en la serie Jerarquía, da valores de K de 0.45 % y 0.49% y valores de Ca de 0.094% y 0.205% respectivamente.

^{1/} La clasificación la efectuó el Dr. L.E. Mora del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional.

La suma de bases en las series Gaviotas, Jerarquía, Japonesa y Macondo está entre 0.24 y 0.33 me/100 g mientras que las series Urimica, Arenosa y Miralindo que corresponden al estero y colas de estero, tienen contenidos de bases un poco mayores entre 0.26 y 0.43 me/100 g. La suma de bases dentro de cada perfil no muestra un patrón de distribución homogéneo con la profundidad; en las series Japonesa y Macondo permanece más o menos constante, en Gaviotas, Urimica y Miralindo disminuye con la profundidad, en Hidalguía aumenta y en Arenosa y Jerarquía es irregular.

Debido a la extrema pobreza de los suelos en bases de cambio, la saturación de bases (Tabla 11 del apéndice), calculada sobre la capacidad de cambio efectiva, es baja; en el horizonte A varía entre 7.0, para la serie Urimica y 23.6 para Hidalguía y Japonesa. Únicamente las series Jerarquía, Macondo y Urimica (excepto en el horizonte B22cn de esta serie) reflejan marcada tendencia a aumentar con la profundidad.

La acidez intercambiable hace relación a la acidez del suelo extraída con solución no buferada de KCl. Normalmente se acepta que esta solución es capaz de desplazar los iones aluminio monoméricos y el H^+ intercambiable. Para los horizontes de las series estudiadas (Tabla 11 del apéndice) los valores de H^+ intercambiables fueron inferiores a 0.5 me/100 g, se exceptúan en la serie Urimica, los horizontes A1 y A3 que presenta valores de 1.6 y 1.1 me/100 g. Estos valores de H^+ desplazado con KCl puede no ser intercambiable sino más bien producido por hidrólisis del Al^{+++} o grupos ácidos presentes en el suelo en el momento de la extracción (Dewan y Rich 1970) y debe notarse que la serie Urimica muestra en el horizonte A1 el valor más al

to de aluminio de cambio y uno de los valores más altos de carbón orgánico.

Las series Japonesa, Hidalguía y Macondo tienen contenidos bajos de aluminio intercambiable (entre 0.4 y 0.7 me/100 g de suelo) su valor es más o menos constante a través de todo el perfil y no muestra influencia sobre los valores de pH. La misma observación puede hacerse para las series Jerarquía, Urimica, Arenosa y Miralindo con mayores contenidos de aluminio intercambiable (entre 0.4 y 4.1 me/100 g). En la serie Gaviotas el contenido de aluminio intercambiable desciende de 2.3 me/100 g en el horizonte A1 a 0.1 me/100 g para el IIB24, esta disminución del aluminio muestra buena relación con el aumento del pH 4.7 a 5.9 para el primero y el último horizonte.

Es de anotar que los mayores valores de aluminio de cambio están asociados con los mayores contenidos de carbón: Urimica porcentaje de carbono 4.8 Al⁺⁺⁺ 4.2 me/100 g; Miralindo porcentaje de carbono 5.1 Al⁺⁺⁺ 2.9 me/100 g; Gaviotas porcentaje de carbono 2.8 Al⁺⁺⁺ 2.3 me/100 g; Arenosa porcentaje de carbono 2.4 Al⁺⁺⁺ 1.5 me/100 g.

A pesar de que el valor máximo de aluminio intercambiable fue de 4.2 me/100 g, la saturación de aluminio (Tabla 11 apéndice) en base a la capacidad de cambio efectiva, es para las series, con excepción de Macondo y Japonesa, superior al 60%, ésto hace que la concentración de Al⁺⁺⁺ en la solución del suelo sea suficientemente alta para causar toxicidad a las plantas. Saturaciones por debajo de 60% de aluminio intercambiable, en suelos tropicales, no son perjudiciales para plantas de tolerancia moderada al

aluminio como el maíz (Kamprath 1967, 1970)

Acidez extractable y capacidades catiónicas de cambio

La acidez extractable, determinada con BaCl_2 trietanolamina a pH 8.2, mide la cantidad de acidez desarrollada en un suelo a este pH, y es por lo tanto una medida de la capacidad buffer del suelo. Los contenidos más altos de acidez extractable (Tabla 12 del apéndice) los presentan las series de mayor contenido de materia orgánica (Urimica, Miralindo y Gaviotas) y dentro de cada serie el valor más alto corresponde al horizonte A, lo cual indica una cierta dependencia de esta acidez con la materia orgánica; sin embargo, el descenso no proporcional de la acidez extractable con la disminución en el contenido de carbono (como en las series Urimica, Miralindo y Gaviotas) o la relativa constancia de los valores de acidez extractable en todo el perfil (serie Japonesa, Hidalguía y Macondo) sugieren que la presencia de intercapas de hidróxi-aluminio o recubrimientos superficiales que interaccionan con los silicatos de capa, son los responsables de esta acidez (Coleman y Thomas 1967).

La acidez extractable es alta para Miralindo, Urimica y Gaviotas con valores, para los horizontes A, comprendidos entre 30.3 y 7.7 me/100 g, intermedios para Arenosa y Jerarquía 12.2 a 4.2 me/100 g (excepto en el horizonte IIIC de Arenosa en el que desciende bruscamente a 1 me/100 g) y bajos para Japonesa, Hidalguía y Macondo 5.2 a 2.0 me/100 g.

Puesto que los valores de las bases de cambio para los suelos estudiados son prácticamente nulos en relación a la acidez extractable

la capacidad de cambio por suma de cationes (Tabla 12 del apéndice), sigue en líneas generales la misma tendencia que la acidez extractable.

La capacidad de cambio efectiva, considerada como una me
dida real de la carga permanente de las arcillas, es baja para todas las se
ries y todos los horizontes de estas series (Tabla 12 del apéndice). Los
valores varían en los horizontes A1 entre 6.1 me/100 g para la serie Uri
mica a 1.1 me/100 g para las series Japonesa e Hidalguía. Estos valores ba
jos de capacidad de cambio efectiva, no asociados con bajo contenido de ar
cilla, como en el caso de las series Miralindo, Urimica y Gaviotas, reve
lan la baja actividad de los minerales arcillosos presentes en el suelo.

En contraste con la baja capacidad de cambio efectiva de
estos suelos, la capacidad de cambio dependiente del pH (Tabla 12 del apén
dice) es relativamente alta; esta capacidad de cambio proviene de los po
licaciones de aluminio depositados en la intercapa de la vermiculita (mi
nerales arcillosos intergradados identificados por Rayos-X), de los recubri
mientos de sesquióxidos en la superficie de los minerales arcillosos y de
la disociación de los grupos débilmente ácidos de la materia orgánica (Co
leman y Thomas 1967), los cuales al aumentar el pH liberan protones (De Vi
llers y Jackson 1967). Un procedimiento para determinar la contribución de
cada uno de estos factores a la carga dependiente del pH es dado por Say
ney y colaboradores (1970).

El valor de la capacidad catiónica de cambio dependiente

del pH, en orden de magnitud y considerando los valores máximos y mínimos dentro del perfil, es: Miralindo 27.2 a 15.0 me/100 g; Urimica 21.3 a 14.2 me/100g; Gaviotas 14.6 a 7.5 me/100 g; Arenosa 10.6 a 0.5 me/100 g; Jerarquía 9.5 a 5.0 me/100 g y para las series Japonesa, Hidalguía y Miralindo 4.6 a 1.5 me/100 g. Hay una buena relación entre esta capacidad y los contenidos de arcillas (Tabla 8 del apéndice), materia orgánica y óxidos de hierro. La distribución de la relación capacidad de cambio dependiente del pH a capacidad de cambio efectiva con la profundidad, muestra un aumento consistente para la serie Gaviotas y valores más o menos constantes para todas las demás series, excepto para la serie Arenosa; esta distribución sugiere que para estos suelos los óxidos e hidróxidos de aluminio, el hierro cristalino y la caolinita son más efectivos que la materia orgánica en el desarrollo de carga dependiente del pH.

Pueden considerarse los suelos estudiados como suelos cu ya carga superficial y signo dependen del pH; para este tipo de suelos el parámetro importante en su manejo es "punto de carga cero" ya que "la carga superficial dependiente del pH cambia con variaciones en la concentración de sales, en el pH o en el punto de carga cero" (Uehara 1974). Se sugieren investigaciones relacionadas con este parámetro.

Carbón orgánico, nitrógeno total - relación C/N

Los valores de carbón orgánico (Tabla 12 del apéndice) en los horizontes A1 de las series van de 5.08% en Miralindo a 0.51% para la serie Japonesa; los valores máximos dentro de cada serie están en el horiu

zonte A1 y van disminuyendo con la profundidad; la disminución del carbón del horizonte A al B es gradual excepto para las series Gaviotas y Jerarquía que muestran un cambio abrupto, las variaciones del carbón orgánico dentro de los horizontes B son graduales. Las series Urimica y Miralindo correspondientes al estero y colas de estero presentan los valores más altos de carbón; contenidos intermedios, las series Gaviotas, Arenosa y Jerarquía y bajos, las series Macondo, Hidalguía y Japonesa. En general existe relación entre los contenidos de carbón y de arcillas: los valores altos de carbono se asocian a contenidos altos de arcilla.

La distribución del nitrógeno total (Tabla 12 del apéndice), en líneas generales es la misma que para el carbón orgánico. El nitrógeno total en el horizonte A es alto para las series Miralindo (0.37%) y Urimica (0.32%); medio para Gaviotas (0.18%), Jerarquía (0.14%), Arenosa (0.16%) y bajo para Japonesa, Hidalguía y Macondo.

La relación C/N (Tabla 12 del apéndice) en los horizontes A está entre 10 para las series Japonesa y Macondo y 16 para la serie Gaviotas; esta relación disminuye a medida que se profundiza en el perfil, excepto para la serie Miralindo en la que permanece constante hasta una profundidad de 75 cm. La disminución de la relación C/N con la profundidad se ha explicado tradicionalmente por la presencia de cantidades considerables de nitrógeno mineral fijado en el subsuelo o por la preservación relativa, en el subsuelo, de compuestos ricos en nitrógeno.

Fósforo aprovechable

El contenido de fósforo de los suelos (Tabla 12 del apéndice), determinados por Bray II, es muy bajo y en algunos horizontes no se aprecia. En los horizontes A1 de las series estudiadas varía de 5.8 ppm en la serie Urimica a 0.0 ppm en Japonesa. Para cereales en Colombia se estima que el nivel crítico de fósforo Bray es 20 ppm (Calle y Uexkull 1970); esto demuestra que los suelos estudiados son muy pobres en fósforo aprovechable y la deficiencia de este elemento puede considerarse como factor limitante en el desarrollo agrícola. En general los mayores contenidos de fósforo se encuentran en los horizontes superficiales lo que posiblemente indica que la liberación del fósforo está relacionada con la materia orgánica. En las series Macondo, Urimica, Arenosa y Miralindo el contenido de fósforo disminuye con la profundidad hasta un agotamiento total en los horizontes inferiores; para las demás series no se aprecia patrón de distribución.

MINERALOGIA

Por razón de la técnica utilizada, la que incluye tratamiento con ditionito, algunos de los minerales de hierro, probablemente desaparecieron y por tanto no se registran en las tablas de los resultados. De otra parte, la eliminación de óxidos de hierro, conseguida mediante el tratamiento con ditionito, facilitó enormemente la identificación de los demás minerales presentes en las fracciones limo y arcilla; el examen mineralógico de las arenas se llevó a cabo en las muestras sin tratamiento.

to para extracción de hierro libre.

El estudio micromorfológico, se orientó hacia la investigación de películas de arcilla en el horizonte B de algunos perfiles, para establecer presencia de horizontes argílicos criterio muy importante para la clasificación. A título informativo se incluyen descripciones de carácter general relacionadas con la fábrica, el plasma y otros elementos según el sistema de Brewer (1964).

Fracción arena

En las Tablas 13 y 14 aparece la distribución de minerales, componentes de la fracción arena comprendida entre 50 y 250 μ . El porcentaje de minerales livianos, calculado para la fracción arena en la mayoría de los suelos pasa de 99%. En la serie Jerarquía es de 98% en el primer horizonte y disminuye en los horizontes inferiores; por lo tanto, el porcentaje de minerales densos es inferior al 1%, lo cual es muy importante de tener en cuenta al hacer la evaluación de minerales meteorizables - que se hallan presentes en estos suelos. En las series Urimica, Hidalguía y Japonesa no se efectuó la determinación del porcentaje de minerales livianos y densos.

Los minerales livianos se encuentran constituidos en sumayor parte por cuarzo, fitolitos (hasta 4%, en la serie Urimica), productos de alteración, trazas de vidrio volcánico y de micas. Los productos de alteración llegan a 26% (horizonte B23) en los suelos pertenecientes a la serie Urimica. Los feldespatos ocurren en trazas y se encuentran muy altera

dos. La mayoría de los minerales que se informan como productos de alteración, son granos de forma redondeada, color amarillento, isotrópicos (I.R. 1985), con inclusiones de pequeñísimos granos de minerales anisotrópicos. El vidrio volcánico encontrado es de color violáceo (I.R. 1.48) y se encontró preferentemente en las series Urimica y Miralindo en las cuales posiblemente se acumuló debido a su posición más baja en el paisaje en relación con las demás series estudiadas.

En los suelos de las series Macondo, Hidalguía y Japonesa, la fracción liviana se halla formada exclusivamente por cuarzo; en los de las series Arenosa, Urimica, Miralindo y Gaviotas, hay además de cuarzo, pequeñas contribuciones de otros minerales como puede verse en las Tablas 13 y 14. En la serie Urimica el cuarzo disminuye con la profundidad; en Gaviotas aumenta; en Miralindo no hay una tendencia definida, y en las demás series el cuarzo se mantiene constante. Resulta difícil explicar estas variaciones tan pequeñas; en parte pueden deberse a la sedimentación selectiva y a la erosión. En el caso de la serie Urimica se observa que la disminución de cuarzo coincide con el aumento de productos de meteorización a medida que se profundiza en el perfil.

En este trabajo se da el nombre de aglomerados a ciertas agrupaciones de minerales pertenecientes a diferentes especies, de tamaño muy pequeño (menor de 10 micras) y sin material de relleno entre los espacios libres.

Los minerales opacos son granos de colores amarillo rojizo,

blanco y negro. Los minerales de colores amarillo y rojizo, al observarse al microscopio petrográfico con luz conoscópica, se presentan (por lo menos algunos de ellos) traslúcidos y posiblemente corresponda a óxidos de hierro en diferente estado de hidratación (Fe_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) provenientes de la alteración, principalmente de minerales ferromagnesianos. Los minerales opacos de color blanco corresponden a leucoxeno y los de color negro son magnetitas (Fe_3O_4) y posiblemente ilmenita ($\text{TiO}_2 \cdot \text{FeO}$).

En la mayoría de los suelos de las series estudiadas, los minerales opacos dominantes pertenecen al grupo de la limonita, la goetita y la hematita (70-85%), con menores cantidades de leucoxeno, magnetita e ilmenita.

En la serie Hidalguía hay mayor cantidad de magnetita que de los otros minerales opacos (Tabla 14); además, en este suelo como en los de las series Texanquía y Japonesa, se encontró el más alto contenido de minerales opacos (superior a 70%). El alto porcentaje de minerales opacos refleja un alto grado de meteorización de materiales que coincide con el mayor porcentaje de cuarzo encontrado en las arenas.

Los minerales hematita y goetita requieren para su formación un potencial de óxido-reducción alto; (Buol et al, 1973) la hematita tiende a acumularse en horizontes con poca humedad; la goetita requiere un medio húmedo pero en ambos casos se necesitan excelentes condiciones de oxidación. Por tanto, es de suponer que un buen porcentaje de los minerales opacos encontrados en los suelos de la región de Gaviotas, se han for

mado in situ, como consecuencia del intemperismo de minerales poco resistentes o como productos de meteorización llegados a la zona por movimiento lateral; este es el caso también aunque en mayor escala, de la formación de concreciones y corazas. En lo que respecta a la magnetita el caso es diferente, por cuanto este mineral de ordinario proviene de rocas tanto ígneas como metamórficas, y su presencia en los suelos se explica por su elevada resistencia a la meteorización.

En los suelos de las series Japonesa, Jerarquía, Arenosa y Macondo hay una tendencia definida a aumentar los minerales opacos con la profundidad del perfil. Es muy notorio el bajo contenido de minerales opacos que presentan las series Arenosa y Miralindo.

En la serie Arenosa especialmente y en menor grado en Miralindo y Urimica, el bajo contenido de minerales opacos que aparece en los resultados obedece a que se registraron como minerales alterados algunos granos que aparentemente conservan en los bordes trazas de mineral en estado fresco.

El contenido de zirconio es alto (Tabla 14) particularmente en las series Japonesa, Jerarquía, Hidalguía y Macondo donde se encontró más del 60%. En las series Arenosa y Gaviotas, el porcentaje es bastante menor, en cambio el contenido de turmalina en Gaviotas se encuentra entre los más altos de los suelos estudiados. En la serie Miralindo los contenidos de zirconio y turmalina son muy bajos. El de zirconio disminuye - con la profundidad en las series Urimica, Hidalguía, Jerarquía y Japonesa, en cambio en la Arenosa aumenta y en Gaviotas y Miralindo no hay una ten

dencia definida.

La relación zirconio/turmalina se ha considerado como un criterio importante que permite reconocer discontinuidad litológica causada por deposición de materiales diferentes. Para el caso de los suelos estudiados y con las limitaciones que la aplicación de este criterio implican se podrían considerar las siguientes discontinuidades litológicas:

<u>Serie</u>	<u>Profundidad</u>
Gaviotas	(47 - 150 cm)
Macondo	(45 - 150 cm)
Hidalguía	(40 - 65 cm) (65 - 150 cm)
Arenosa	(35 - 85 cm) (85 - 150 cm)
Japonesa	(55 - 130 cm) (130- 150 cm)

En los suelos de la serie Japonesa se observa un pequeño aumento de la relación zirconio/turmalina entre 30 y 55 cm, que podría interpretarse como otra discontinuidad litológica.

En los suelos de la serie Jerarquía hay una disminución sistemática de la relación zirconio/turmalina con la profundidad del perfil (Figura 4). Los minerales anatasa, broquita y rutilo (TiO_2), se encuentran presentes en todos los suelos en cantidad variable y en ningún caso es superior al 8%. Algunos de estos minerales se presentan muy alterados en

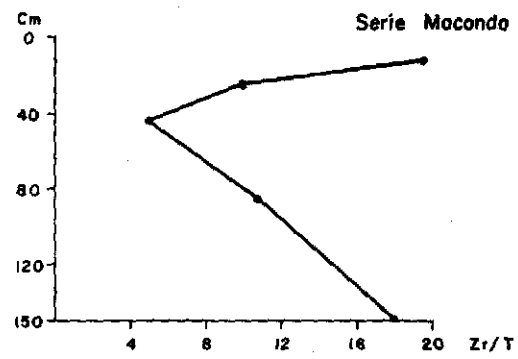
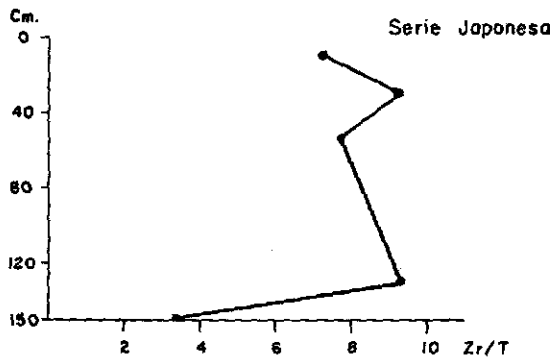
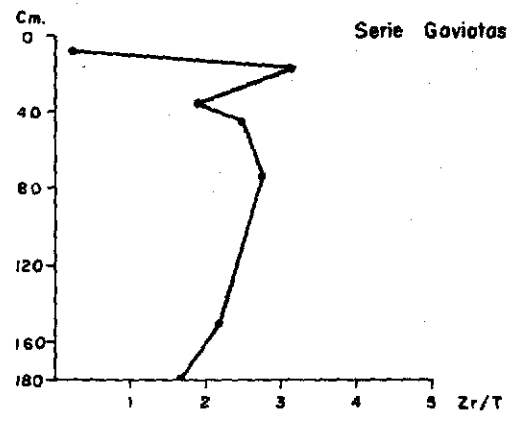
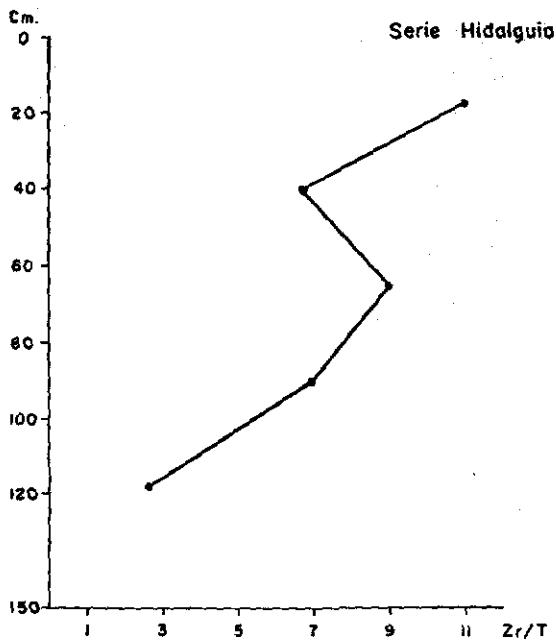
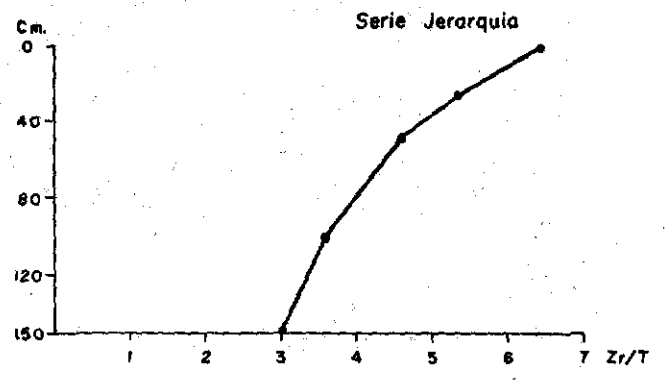
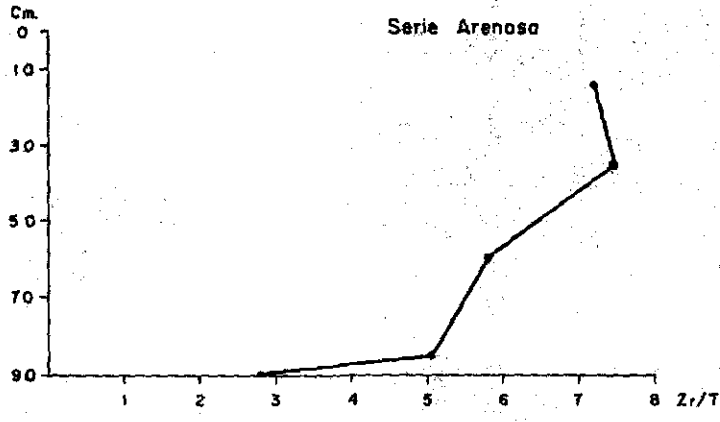
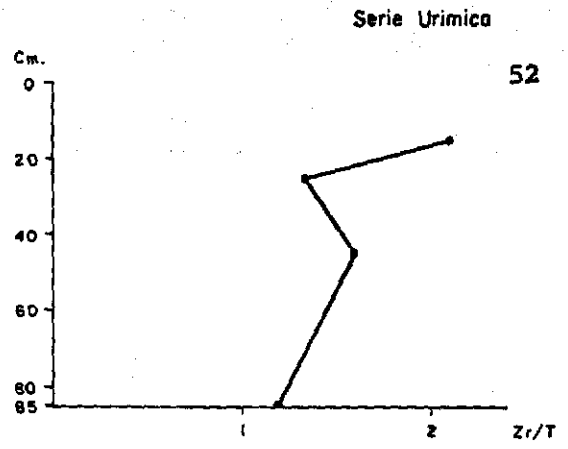
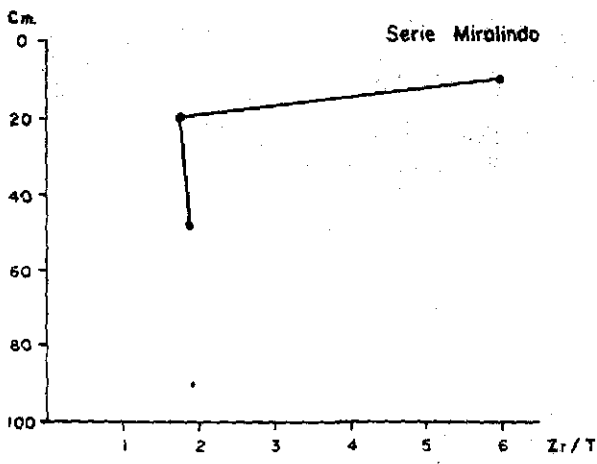


FIGURA 4. Relación Zirconio/Turmalina

cuyo caso se registran dentro del grupo correspondiente.

Micas (moscovita) se identificaron en la mayoría de los suelos, especialmente en los correspondientes a las series Urimica, Miralindo, Jerarquía y Japonesa, en donde se encontraron cantidades hasta del 6%. En algunos de los suelos se encontraron trazas de estauroлита, hornblenda, augita, zoisita y andalusita; estos dos últimos minerales son característicos de rocas metamórficas.

En lo referente a la forma de los granos, predominan los de contornos subangulares y subredondeados con manchas rojizas de óxidos de hierro. En una muestra del material arenoso suelto, de 5 cm de espesor, tomado en la superficie del suelo descrito como serie Macondo, se encontraron granos de formas subredondeadas y redondas que sugieren origen eólico; los minerales componentes de esta muestra son zirconio (33%), minerales alterados (63%) y menores cantidades de turmalina, anatasa, broquita y anfíboles. Es muy frecuente encontrar granos de zirconio rotos o con algunos de los extremos redondeados; cosa similar se observó en los granos de turmalina.

En lo referente a selección de partículas en las arenas - (fracción 50 a 250 μ), se hicieron dos observaciones: la una en la serie Gaviotas (parte superior de la pendiente) y la otra en Macondo (parte media de la pendiente). En las arenas de los suelos de Gaviotas, los granos aparecen medianamente seleccionados hacia la superficie del perfil y moderadamente bien seleccionados hacia la profundidad. En el caso de la serie

Macondo ocurre lo contrario, o sea que el material mejor seleccionado se encuentra hacia la superficie, correspondiendo a la posición relativa que los perfiles tienen en el paisaje.

Fracciones limo y arcilla

El examen por rayos-x se efectuó en las series Gaviotas, Macondo y Urimica en dos tamaños de partículas en cada fracción; en las demás series se practicó la identificación mineralógica en las fracciones de limo ($2-50 \mu$) y arcilla total ($< 2 \mu$). El reconocimiento de minerales por rayos-x, se efectuó mediante la identificación de los picos característicos de difracción así: cuarzo a 3.34 y 4.26 Å.; caolinita a 7.12-7.20 y 3.50-3.53 Å. Estos picos desaparecen casi por completo al calentar la muestra saturada con potasio durante 2 horas a 550 grados centígrados (Figuras 5, 6 y 7).

En los suelos de las series Gaviotas, Macondo y Urimica la fracción de limo grueso ($20-50 \mu$), está constituida únicamente por cuarzo (Tabla 13 del apéndice). En la fracción de limo fino en la serie Gaviotas el mineral dominante es también cuarzo en asocio con pequeñas cantidades de caolinita (5-10%), gibsita, trazas de vermiculita, pirofilita y micas. En la serie Macondo, el mineral dominante es cuarzo y también hay trazas de caolinita. En las series Urimica, Arenosa, Hidalguía y Japonesa, se encontró exclusivamente cuarzo y en Miralindo y Jerarquía además de cuarzo hay trazas de caolinita, micas y pirofilita. Los suelos de textura franco arenosa tienen en su composición exclusivamente cuarzo.

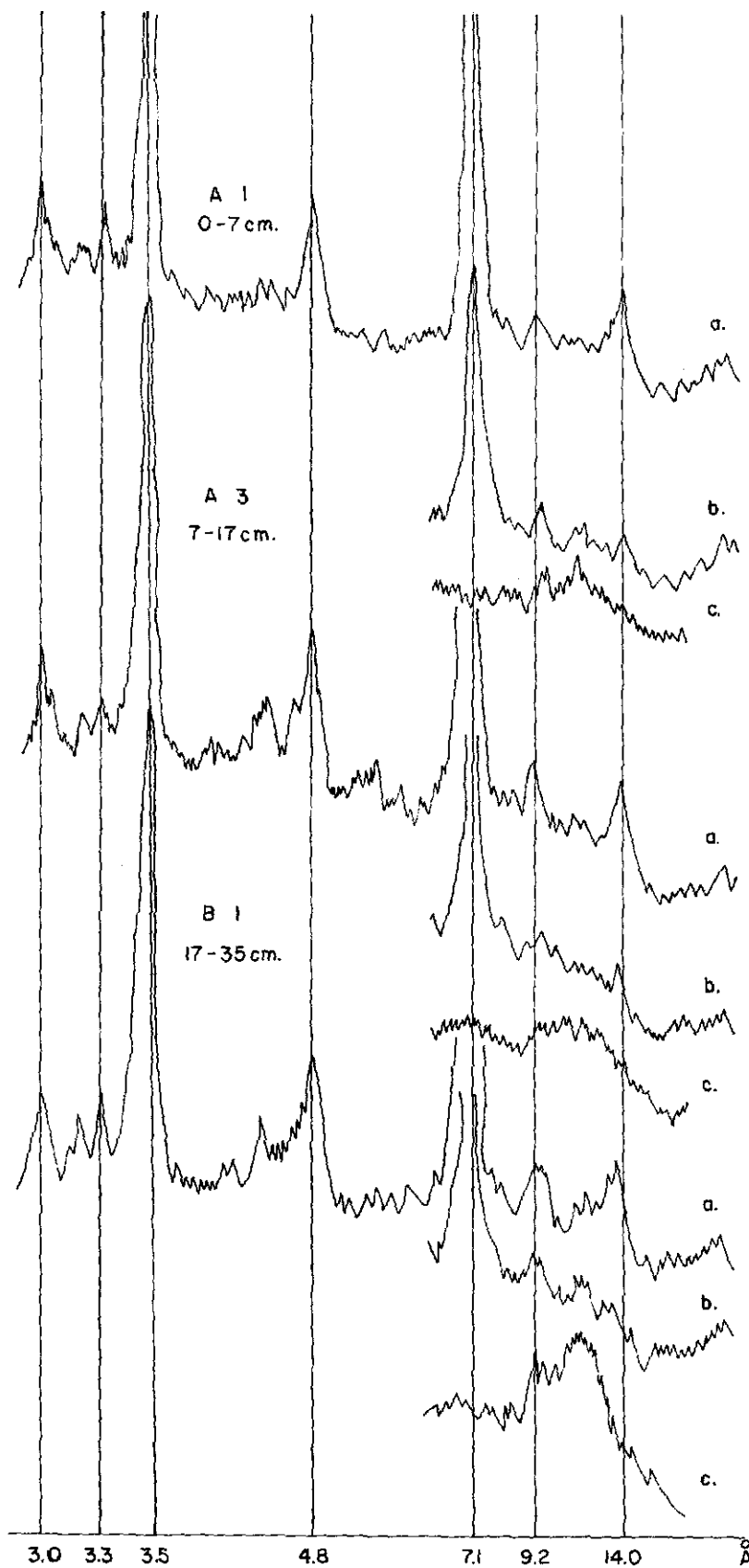


FIGURA 5. SERIE GAVIOTAS - Diagramas de difracción rayos-x de arcillas ($0.2-2\mu$) orientadas. a)-Saturadas con Mg a 20 C., b)- Saturada con Mg + Glicerol y c)- Saturada con K 550 C.

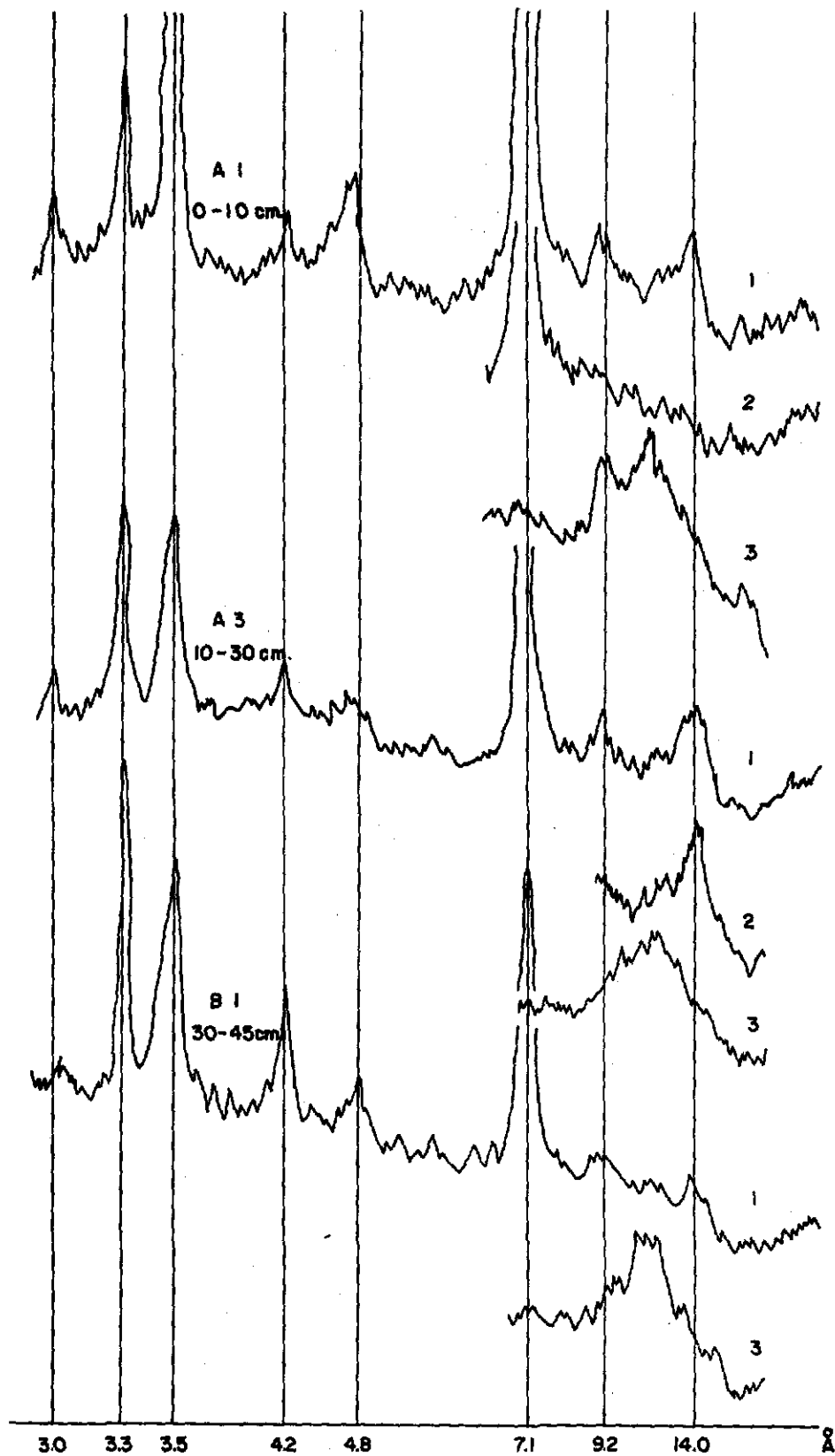


FIGURA 6. SERIE MACONDO - Diagramas de difracción rayos-x de arcillas ($0.2-2\mu$) orientadas. 1.- Saturadas con Mg a 20 C., 2.- Saturada con Mg + Glicerol y 3.- Saturada con K 550 C.

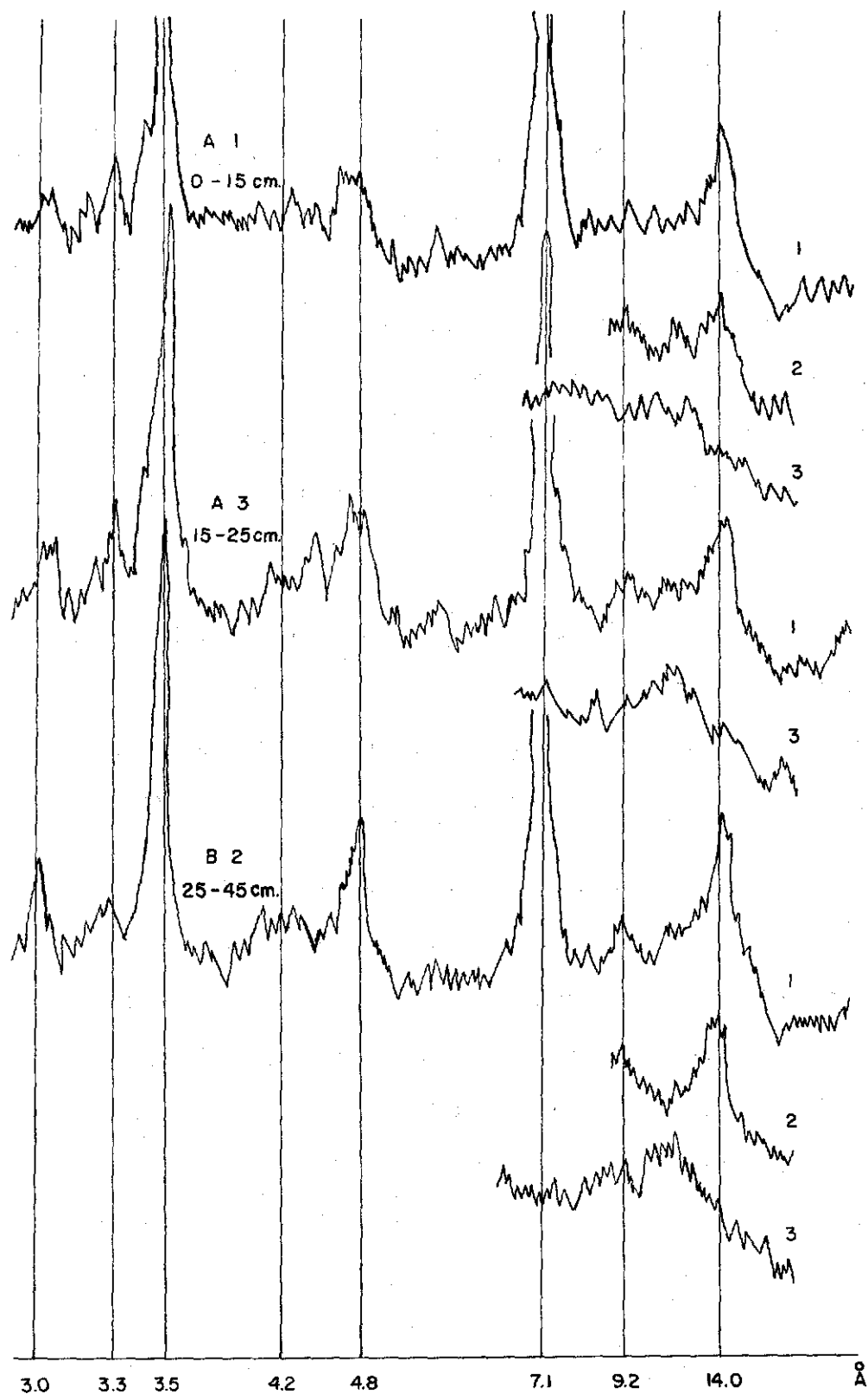


FIGURA 7. SERIE URIMICA - Diagramas de difracción rayos-x de arcillas ($0.2-2\mu$) orientadas. 1.- Saturadas con Mg a 20 C., 2.- Saturada con Mg + Glicerol y 3.- Saturada con K 550 C.

La identificación de minerales en las fracciones de arcilla fina ($< 0.2 \mu$) y arcilla gruesa ($< 0.2-2 \mu$), se efectuó como para los limos en los suelos de las series Gaviotas, Urimica, Macondo; en los demás la identificación únicamente se efectuó en la arcilla total. El contenido mineralógico para las dos fracciones de arcilla es similar (Tabla 15 del apéndice) en cuanto se refiere al mineral dominante que es la caolinita. Los minerales cuarzo, vermiculita y gibsita se encuentran preferentemente en la fracción gruesa.

Estas diferencias en cuanto al contenido de minerales en las fracciones gruesa y fina de la arcilla, han sido también encontradas por otros investigadores en suelos de los Llanos Orientales (Guerrero, 1971, Malagón, 1973) y en la Amazonía Colombiana (Benavides, 1973).

La identificación de minerales en la arcilla se llevó a cabo, para todas las muestras, por rayos-X; en algunas se practicaron además: análisis térmico diferencial y determinaciones cuantitativas de sílice, alúmina y hierro en la arcilla total saturada con Mg. Mediante el análisis térmico diferencial se identificó goetita, por un endoterma que se presenta aproximadamente a 390 grados centígrados. En las muestras de los suelos Urimica y Miralindo se obtuvieron endotermas con un pico cercano a 180 grados centígrados que sugiere presencia de material no cristalino.

Pequeñas cantidades de micas se identificaron por difracciones no bien definidas en la región de 10 \AA , difracciones que permanecen después de tratar la muestra con glicerol y de calentarla a 550 grados cen

tígrados.

Es probable que el mineral que se registra como mica, sea un intergrado en tránsito a vermiculita por pérdida sistemática del potasio que se encuentra entre las capas (mica → illita → vermiculita).

Con el fin de evaluar en forma cuantitativa la cantidad de mica presente en la arcilla, se determinó el potasio total y con ese valor se calculó la cantidad de mica. El porcentaje de mica que se obtiene por este método es posiblemente algo superior al real, por cuanto el potasio total determinado en la arcilla corresponde no solamente al estructural de micas e illita, sino además al fijado por la vermiculita. Sin embargo, es importante tener en cuenta, que mientras en la determinación de mica por rayos-X se encuentran apenas trazas, mediante la determinación química se obtienen valores de 6.9 y hasta de 17% de micas. Esto ha sido encontrado también por Benavides (1973).

El mineral pirofilita se identificó por las difracciones a 920, 9.60 y 3.05 Å. Gipsita se identificó por el pico a 4.84 Å; en algunas muestras se complementó su identificación y determinación cuantitativa mediante el análisis térmico diferencial.

En las muestras saturadas con magnesio se obtuvieron algunos picos de intensidad variable en la región comprendida entre 12.6 y 14.0 Å; la saturada con glicerol no experimentó expansión apreciable aunque los picos se presentaron más difusos; en la muestra calentada a 550 grados centígrados se observó desplazamiento progresivo de los picos hacia la zona

de 12 y 10 Å^o respectivamente. Estas características sugieren que se trata de un intergrado vermiculita-Al o clorita-Al. Resultados similares obtenidos en suelos de los Llanos Orientales por Malagón (1973), están en favor de un intergrado vermiculita-Al.

Las difracciones obtenidas en la región de 38 Å^o en la muestra saturada con Mg, indican la presencia de minerales interestratificados, cuya naturaleza no es posible precisar. El hecho de que las arcillas tienen en su composición vermiculita, illita y posiblemente cloritas (pequeños picos a 7.12 Å^o después de calentar la muestra a 550 grados centígrados), sugiere la presencia de un mineral interestratificado del tipo clorita-vermiculita-illita (14+14+10=38 Å^o).

Caolinita es el mineral dominante de la arcilla en la mayoría de los suelos estudiados a excepción de los correspondientes a las series Urimica y Arenosa. En la serie Urimica, sobre todo en la arcilla gruesa, el contenido de caolinita es aproximadamente la mitad del que se encontró en los otros suelos, lo cual es explicable por la presencia de material no cristalino que se identificó en la arcilla mediante el análisis térmico diferencial, la prueba de Fieldes y la determinación cuantitativa de aluminosilicatos amorfos según Jackson (1965). Además, según el análisis mineralógico de las arenas, al suelo de la serie Urimica le correspondió el mayor porcentaje de productos de alteración los que eventualmente pueden ser fuente de material no cristalino. En el caso de la serie Arenosa, el menor contenido de caolinita puede atribuirse a los otros aluminosilicatos presentes en la arcilla, y también a la gibsita y a los mate

riales no cristalinos.

En la arcilla fina de la serie Macondo, la caolinita se encuentra asociada, en los horizontes superiores a cantidades equiparables de cuarzo, lo cual coincide con los suelos de textura franco arenosa. En el mismo caso se encuentran los suelos (en algunos horizontes) de las series Japonesa y Arenosa.

Vermiculita-Al es otro de los componentes en los suelos estudiados. Se estima que su contenido puede oscilar entre 5 y 15% para la mayoría de los suelos y entre 15 y 30% para el caso de la serie Japonesa.

La gibsita sigue en importancia al encontrarse en todos los suelos de la región de Gaviotas. Su presencia es mayor en las series Urimica, Gaviotas, Japonesa y Miralindo, en donde el contenido puede llegar al 10%.

La presencia de gibsita se ha relacionado con el grado de intemperismo que presentan los suelos, por tanto en una forma general se admite que aquellos suelos que presentan mayor contenido de gibsita, estarían más intemperizados. Es indudable que al hacer la evaluación del grado de evolución de un suelo es preciso tener en cuenta a más del contenido de gibsita los otros minerales componentes, tal es el caso de la serie Urimica como se indica adelante.

Pirofilita, mica y minerales interestratificados, son aluminosilicatos que ocurren en menor cantidad asociados con los minerales an

teriormente enumerados. La pirofilita y las micas se presentan en cantidades que oscilan entre 3 y 10%, manteniéndose relativamente constantes en los horizontes del perfil; la pirofilita presenta cierta tendencia a aumentar con la profundidad, lo cual se hace más notorio en la serie Gaviotas que es en donde existe el mayor contenido. El aumento de la pirofilita con la profundidad, podría explicarse por la función de meteorización (Jackson) admitiendo que este mineral se ha meteorizado en la superficie más que en el subsuelo como consecuencia del mayor grado de acidez. Sin embargo, resulta difícil adelantar una hipótesis de este o de otro género sin tener un conocimiento más adecuado en cuanto a su génesis. La presencia de andalucita que se encontró en la fracción arena, es un argumento en favor de su origen de rocas metamórficas; de otra parte, se presenta la posibilidad de una neoformación a partir de la caolinita (Millot, 1964) o de la alteración de feldespatos (Roubault, 1972).

Los minerales interestratificados, se presentan únicamente en trazas, y en los suelos de las series Jerarquía, Japonesa y Miralindo son muy raros.

En la Figura 8 se presentan los termogramas correspondientes a algunos de los horizontes de las series Gaviotas y Macondo. Se puede apreciar en los gráficos, la similitud que existe entre estos dos suelos. Los minerales componentes de la arcilla son caolinita (endoterma 550-575 grados centígrados) goetita (endoterma a 390 grados centígrados), gibsitita (endoterma 340-350 grados centígrados) y material no cristalino (endoterma a 180 grados centígrados).

La determinación cuantitativa de minerales tomando como base el área de los picos del termograma (Bershad, 1965), únicamente se hizo para la gibsita; se observa que en ambos suelos este mineral aumenta con la profundidad en el perfil. En el caso de los demás minerales se puede tener una idea en cuanto a cantidad, por la magnitud de los endotermas y los exotermas.

El mineral dominante en la serie Gaviotas es caolinita, que se mantiene constante a las profundidades anotadas en la Figura 8. En la serie Macondo, la cantidad de caolinita en el horizonte A1 (0-10 cm), puede ser del orden del 50%; en los horizontes inferiores su contenido aumenta y los demás minerales disminuyen.

La goetita se encuentra en todos los horizontes, aunque resulta difícil evaluar la cantidad por hallarse su endoterma característico contiguo al de la gibsita.

Los minerales no cristalinos y la vermiculita, tienen una pequeña tendencia a disminuir con la profundidad del perfil en la serie Macondo en tanto que en Gaviotas aumenta a medida que se profundiza.

Los termogramas correspondientes a la serie Urimica (que no aparecen aquí), indican una gran cantidad de minerales no cristalinos en el horizonte A1 (0-15 cm), los que disminuyen considerablemente en los horizontes inferiores. La caolinita aumenta con la profundidad del perfil lo cual se pudo observar también por rayos-x. La gibsita se encuentra en mayor cantidad en los horizontes superiores (2%).

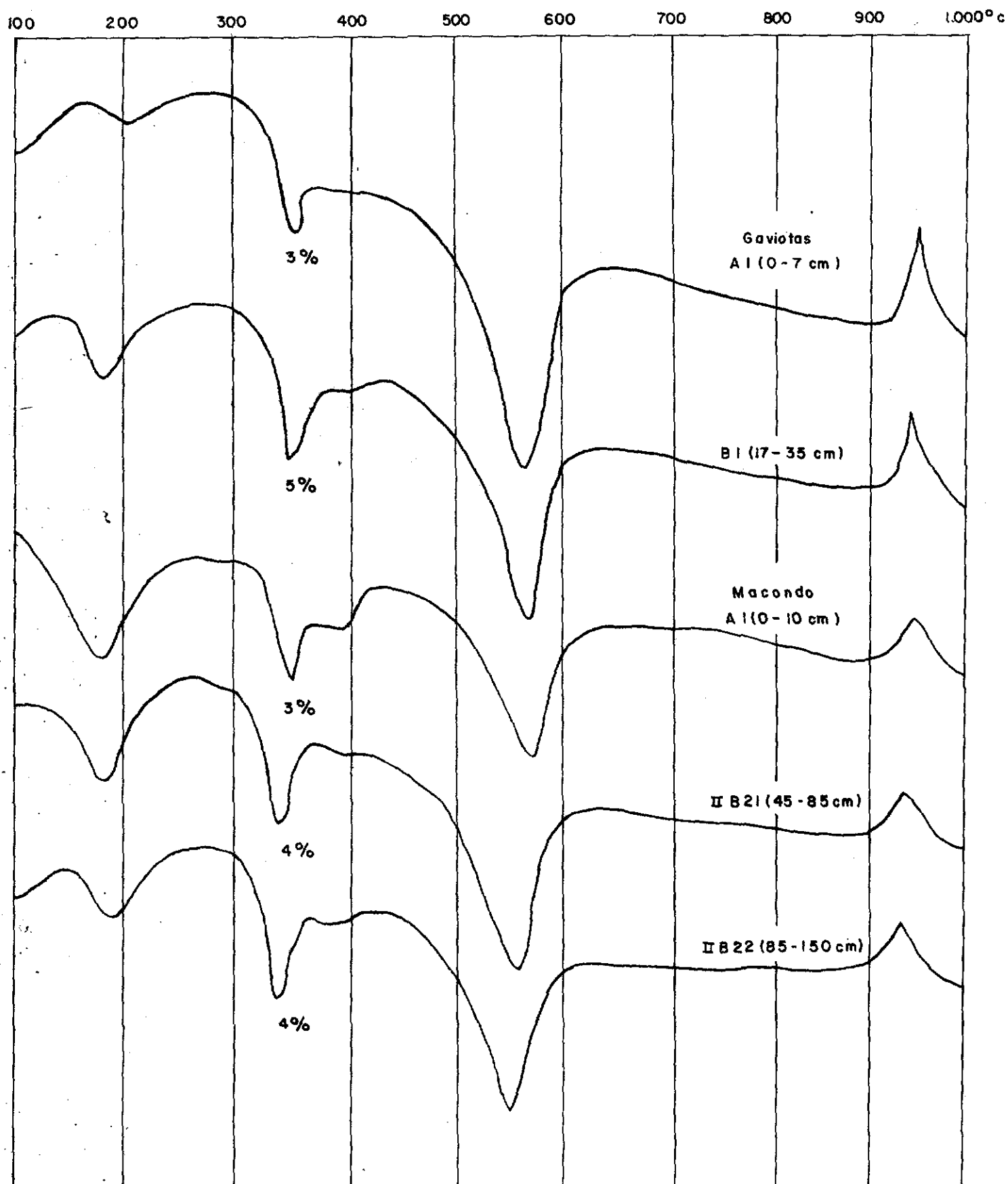


FIGURA 8. Termogramas de arcillas ($<2\mu$, sin remoción de hierro y saturadas con Mg) correspondientes a las series Gaviotas y Macondo (I:I arcilla y material inerte).

La presencia de minerales no cristalinos (incluyendo alofanas) que se encontraron en el horizonte Al, supone la contribución de materiales relativamente recientes (ceniza volcánica), que al meteorizarse dan productos que son amorfos según lo revelan los rayos-x y tienen propiedades características de materiales no cristalinos. La disminución de estos minerales con la profundidad en el perfil; la presencia de trazas de vidrio volcánico en la fracción arena del suelo; la reacción positiva para material amorfo según Fieldes (1956), son argumentos en favor de la hipótesis sobre la influencia de ceniza volcánica en los suelos de los Llanos Orientales (Elbersen, 1972).

A juzgar por el contenido en hierro libre que se obtuvo mediante extracción con ditionito-citrato-bicarbonato en la arcilla total (Tabla 16 del apéndice), se puede concluir que hay un alto porcentaje de óxidos de hierro (hematita, goetita, etc) que están presentes especialmente en los suelos de las series Jerarquía, Japonesa, e Hidalguía en donde el contenido de estos minerales llegó en alguno de los horizontes hasta el 13%. Este alto contenido de hierro también coincide con el alto porcentaje de minerales opacos de la fracción densa y con el más alto porcentaje de cuarzo (100%). El alto contenido en hierro lo presentan los suelos que se encuentran en posición media de la pendiente lo cual indicaría en parte una acumulación por movilización de hierro en forma lateral.

En las series Macondo, Gaviotas y Miralindo, el hierro libre oscila entre 7 y 8%; en Urimica es algo menor del 5%, y en Arenosa los horizontes inferiores no alcanzan al 1%. La baja cantidad de óxidos de hierro

rro encontrada en este suelo, explica la más alta capacidad de cambio que le correspondió a la arcilla; en los demás suelos las cargas positivas de los óxidos de hierro se encuentran bloqueando las cargas negativas de la arcilla.

Los suelos con alto contenido de hierro libre (mayor del 10%), se conocen en el Brasil como latosólicos rojo-amarillos y aquellos con cantidades menores al 10% como latosoles amarillos (Bennema, 1967).

Para evaluar el grado de intemperismo alcanzado por los diferentes suelos estudiados, se aplicaron los índices de meteorización de partículas minerales en el tamaño de arcilla ($< 2\mu$) (Jackson, 1969), a profundidades comprendidas entre 20 y 55 cm en el horizonte B de las series Gaviotas, Macondo, Urimica, Jerarquía, Japonesa, Hidalguía, Arenosa y Miralindo.

$$m = \frac{Es \times P\%}{\text{peso}} \quad m = \text{meteorización promedio}$$

Es = índice de meteorización (1-13)

P = % del mineral

Los resultados son los siguientes:

<u>Serie</u>	<u>Estado de intemperismo</u>
Jerarquía	9.8 caolinitico
Gaviotas	9.7 caolinitico
Japonesa	9.6 clorítico-dioctahédrico caolinitico
Hidalguía	9.6 clorítico-dioctahédrico caolinitico

<u>Serie</u>	<u>Estado de intemperismo</u>
Miralindo	9.5 clorítico-dioctahédrico caolinitico
Arenosa	9.3 clorítico-dioctahédrico
Macondo	8.9 vermiculítico-clorítico-dioctahédrico
Urimica	8.6 vermiculítico-clorítico -dioctahédrico

Se puede observar que a la series Jerarquía la corresponde el más alto grado de intemperismo, a Urimica el menor y grados intermedios para las otras series, lo cual se halla en concordancia con los resulta dos mineralógicos obtenidos.

El predominio de caolinita y de cuarzo y el bajo conteni do de minerales meteorizables, indican para todas las series, un alto gra do de alteración de los materiales, que como señalan algunos autores (Goo sen 1970; Malagón, 1973), pueden ser el resultado de varios ciclos de me teorización. Sin embargo, presencia de micas indica que los suelos aún con servan huellas de los materiales de origen quizá protegidos por óxidos de hierro que los recubren, o como sugiere Buol (1973), por el efecto estabi lizante de las capas sílice-alúmina, cuando las micas (moscovita) se ha llan finamente divididas, del tamaño de arcilla.

Es indudable que parte de la caolinita que se encuentra en el suelo es producto también del proceso pedogenético. La presencia del in tergrado 2:1-2:2 vermiculita-Al, se explica por el efecto "anti-gibbsítico" postulado por Jackson (1963), en virtud del cual en un medio ácido el alu minio liberado ocupa posiciones interlaminares en la estructura de la ver

miculita, formando "islas"; por fin el aluminio sobrante, cristaliza dando lugar a la formación de gibsita.

Micromorfología

Serie GAVIOTAS

Los resultados corresponden a los horizontes B22 (47 - 70 cm) y B23 (70 - 150 cm). Los dos horizontes tienen aspectos bastante similares, caracterizados por una fábrica isótica (isotrópica a la luz polarizada), con numerosos granos esqueléticos, canales y espacios vacíos.

El plasma es de color amarillo, distribuido de manera relativamente uniforme; en el horizonte B23 los colores son algo más oscuros, posiblemente a causa de la concentración de óxidos de hierro.

Los granos esqueléticos son en su mayor parte cuarzo de formas subangulares y subredondeadas; zirconio, turmalina y minerales opacos se encuentran presentes en proporción menor.

Los espacios vacíos corresponden a "orthovughs", de formas irregulares, en su mayor parte, con escasos elementos de formas aciculares; se encuentran interconectados a canales finos y gruesos distribuidos en sentido horizontal.

En las preparaciones no se identificaron películas de arcilla, aunque sí hay recubrimientos de sesquióxidos (sesquans) que no presentan orientación. Estudios micromorfológicos efectuados en cuatro perfi

les de los Llanos Orientales de Colombia por Malagón (1973), indican que los óxidos de hierro representan elementos muy importantes en la fábrica de los suelos, ya que recubren la superficie de los granos esqueléticos, hacen parte del plasma y rellenan intersticios y grietas.

La fábrica isótica, característica muy notoria en estos suelos, se debe a la presencia de materiales no cristalinos entre los cuales se incluyen los óxidos de hierro.

Serie JERARQUIA

Los resultados corresponden a los horizontes B21cn (25-50 cm) B22cn (50-100 cm) y B23 (100-150 cm).

La fábrica es isótica, con numerosos granos esqueléticos, espacios vacíos y canales. Bordeando las concreciones se encuentran pequeños dominios anisotrópicos.

El plasma es de color rojizo, con pequeñas zonas amarillas.

Los granos esqueléticos son cristales de cuarzo muy pequeños ($< 5\mu$), de contornos angulares y subangulares; hay escasos granos de cuarzo de tamaño mayor de 20 micras. Los minerales opacos son de color rojo oscuro y translúcidos al observarlos con luz conoscópica.

Los espacios vacíos corresponden también a "orthovughs", de forma irregular, aislados o interconectados entre sí o más comúnmente a canales de diferente diámetro.

Las concreciones son elementos importantes por cuanto se presentan con cierta frecuencia; son de color rojizo oscuro y tienen numerosas inclusiones de minerales anisotrópicos de diferentes especies y tamaños.

Serie MACONDO

Se presentan los resultados conjuntos, correspondientes a los horizontes B21 (45-85 cm) y B22 (85-150 cm). Se caracterizan por una fábrica isótica, con numerosos granos esqueléticos y escasos espacios vacíos.

El plasma es de color amarillo, un poco pálido si se compara con el que se encontró en el suelo de Gaviotas, lo cual obedece a que Macondo presenta una gran densidad de granos esqueléticos y lógicamente es poca cantidad de plasma.

Los granos esqueléticos son en su mayor parte de tamaños que oscilan entre 20 y 60 micras de diámetro, de formas subangulares y subredondeadas; en los granos más finos (menores de 5 μ) predominan formas subangulares. Los grandes son únicamente cuarzo.

Los espacios vacíos son relativamente escasos y corresponden a "orthovugs", tienen formas irregulares y no están interconectados. En el horizonte B22, el número de espacios vacíos es mayor y se encuentran conectados entre sí, lo que indica que la porosidad en este horizonte es mayor.

En ninguno de los horizontes estudiados se encontraron películas de arcilla, aunque sí hay recubrimientos de óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso sobre la superficie de algunos de los granos esqueléticos.

Serie MIRALINDO

En esta serie se estudió únicamente el horizonte B22 (47-75 cm). Se caracteriza por tener una fábrica unicéptica, con numerosos granos esqueléticos, espacios vacíos y canales.

El plasma es de color amarillo claro, con pequeñas zonas anaranjadas que posiblemente correspondan a zonas de mayor acumulación de óxidos de hierro,

Los espacios vacíos son "orthovughs" de formas irregulares, presentándose aislados o conectados entre sí o con canales de diferente diámetro.

La fábrica en el horizonte B22 en la serie Miralindo, es de naturaleza diferente a la que presentan Gaviotas, Macondo y Jerarquía; en Miralindo el plasma es parcialmente anisotrópico, lo que indica que los materiales que lo constituyen (arcillas principalmente), no se hallan totalmente recubiertos por óxidos de hierro o por materiales amorfos.

En ninguno de los suelos estudiados incluyendo Miralindo, se encontraron películas de arcilla características; en la serie Jerarquía se presentan pequeños dominios anisotrópicos, aparentemente con una inci

piente orientación. La serie Jerarquía es el único de los suelos estudia
dos que presenta un aumento de arcilla (12% aproximadamente) con la profun
didad del perfil.

USO Y MANEJO DE LOS SUELOS

En esta parte se tratará el problema del uso y manejo de los suelos para varios fines: en primer lugar se describirá el aspecto agrícola y ganadero, enseguida se mostrarán perspectivas ecológicas relacionadas con su manejo, después se tratarán los aspectos relacionados con el uso para ingeniería y para riego y drenaje.

APTITUD DE LOS SUELOS PARA GANADERIA Y AGRICULTURA

Características químicas, físicas, agronómicas y sus limitaciones para el uso agropecuario

En la región de estudio se encontraron ocho series de suelos que guardan estrecha relación con su posición fisiográfica. La variación de estos suelos en una extensión relativamente pequeña, de aproximadamente 2.500 Ha, permite rellevar la importancia de los estudios detallados para programar bien los ensayos de campo en fertilización, selección de variedades de pastos y de otros cultivos adaptables a las condiciones ecológicas y edáficas del Llano y poder generalizar los resultados.

Todos los suelos estudiados presentan, como se explicó en los capítulos de física y química, valores muy bajos de pH, la reacción muy ácida los hace no aptos para el normal desarrollo de muchas plantas; afortunadamente la reacción aumenta un poco con la profundidad lo cual favorece la adaptabilidad de ciertas especies.

La saturación de aluminio en el complejo de cambio es muy

alta, los valores mayores del 60% se consideran tóxicos para los cultivos.

Son suelos muy pobres en fósforo aprovechable, lo que constituye un factor limitante en la explotación agropecuaria. En las series Macondo, Urimica, Arenosa y Miralindo el contenido de fósforo disminuye con la profundidad; en las series Gaviotas, Jerarquía, Hidalguía y Japonesa no se observa un patrón definido de distribución de este nutriente en el perfil.

Las series Urimica y Miralindo muestran los valores más altos de materia orgánica; las series Gaviotas, Arenosa y Jerarquía presentan contenidos intermedios, mientras que las series Macondo, Hidalguía y Japonesa son las más pobres.

La distribución del nitrógeno es análoga a la del carbono: contenidos altos en las series Miralindo y Urimica, intermedios en las series Gaviotas, Jerarquía y Arenosa y bajos en las series Japonesa, Hidalguía y Macondo.

En cuanto a las propiedades físicas, se ha encontrado que las series Gaviotas, Jerarquía, Japonesa, Hidalguía y Macondo, presentan una densidad aparente que podría llegar a ser limitante para el normal desarrollo de la mayoría de los cultivos. La porosidad total, por su parte, es baja en las series Hidalguía y Macondo y normal en las series Gaviotas, Jerarquía y Japonesa; en las demás series se encontró alta porosidad. La relación entre la macro y la microporosidad es baja en las series Gaviotas, Jerarquía y Miralindo. El índice de plasticidad muestra que los sue

los de las series Gaviotas, Urimica y Miralindo pueden presentar algunas limitaciones para la realización de las labores agrícolas.

Uso actual y recomendable

En la actualidad, la gran mayoría de los Llanos están cubiertos por pastos naturales, algunas zonas permanecen bajo bosque de galería y una pequeña parte en agricultura de subsistencia que se practica en los solares de las pequeñas fincas en donde la adición al suelo de los desperdicios de cocina y del estiércol de los animales domésticos, hacen posible los cultivos de plátano, yuca, maíz, hortalizas, piña, cítricos, mango, guayabo y marañón. Desde el punto de vista de la agricultura comercial, ésta se practica en las zonas aluviales recientes, particularmente alrededor de los centros urbanos, en fundos de 100 a 2.000 Ha, en donde se aplican técnicas especiales de mecanización, fertilización, enclavamiento, riegos, drenajes y control de enfermedades (Goosen-Doeko 1971).

Según las investigaciones realizadas por varios organismos, tales como el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias ICA y el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, en las oficinas de La Libertad en Villavicencio y Carimagua en Vichada, se ha observado que gran parte de los suelos ácidos e infértiles, característicos de esta región, pueden ser mejorados con aplicaciones de cal y de fertilizantes y adaptarse a cultivos especiales. Así, plantas de alto valor alimenticio pueden ser cultivadas económicamente en muchos de los suelos afectados por el aluminio, con mínimos requerimientos de cal. Muchas especies se adaptan

bien a suelos ácidos y son, inclusive, eficientes en la absorción de los nutrientes nativos de los suelos.

A continuación se presentan algunos de los resultados de estas investigaciones:

- Mangos, cítricos, nueces, cauchos, se encuentran entre las plantas más tolerantes a las condiciones ecológicas y edáficas de esta región.
- Se han obtenido respuestas favorables a la aplicación de bajas cantidades de cal del orden de 0.4 Ton/Ha, en cultivos tan importantes como maíz y arroz. La producción de maíz fue normal cuando se hicieron aplicaciones a razón de 6 Ton/Ha (Spain et al, 1974). El cultivo del arroz responde a aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 80 Kg/Ha de nitrógeno; 80 Kg/Ha de fósforo y 40 Kg/Ha de potasio (Gómez Daniel, 1969).

Según informes del Programa Nacional de Suelos (Instituto Colombiano Agropecuario, ICA 1972), es posible obtener en las terrazas altas de los Llanos Orientales, buenos rendimientos de maní con bajas dosis de fertilizantes y enmiendas. El cultivo del tabaco rubio produce buenos rendimientos en suelos de la altillanura plana.

Es posible adaptar a estos suelos algunas plantas forrajeras, gramíneas y leguminosas. Entre estas últimas la más tolerante es el cow-pea y la menos, el frijol. Otras leguminosas igualmente adaptables son el guandul (Cajanus cajan), la campanilla clitoria (Clitoria ternatea), el

amor seco (Desmodium sp) y la soya perenne (Glycine sp) (López, U. Arturo y H. Chaverra, 1967).

Algunos pastos también se han adaptado a las condiciones del Llano, entre los cuales se pueden citar: puntero (Hyparrhenia rufa), gordura (Melinis minutiflora), brachiaria (Brachiaria decumbens y B ruzi ziensis), micay (Axonopus micay), guinea colonial (Panicum maximum); entre los nativos, los más prometedores por sus características bromatológicas y por su adaptabilidad, están los siguientes: pasto negro (Paspalum plicatum), la lambedora (Leersia hexandria) y el guaratara (Axonopus purpureus); entre los de corte se pueden mencionar: el pasto elefante merketon (Patiño) (Pennisetum purpureum) y el imperial eto clon 60 (Axonopus scoparius) (López, U. Arturo y H. Chaverra, 1967).

La fertilización en suelos de la sabana (altillanura casi plana), es indispensable para la germinación y producción de los pastos. Las dosis más eficientes y económicas parecen ser las aplicaciones de 25 Kg/Ha de nitrógeno, después de cada corte y de 100 Kg/Ha de fósforo y potasio, al momento de la siembra. Algunos pastos como el gordura, el brachiaria, el pasto negro y el micay pueden establecerse aún sin fertilización aunque así se necesita alrededor de 10 meses para poderlos pastorear.

Casi todos los pastos han mostrado respuesta significativa a las aplicaciones de fósforo. El potasio es también un elemento limitante de la producción en la mayoría de los suelos de las sabanas. El nitrógeno mostró las mejores respuestas en experimentos con pastos de corte, es

pecialmente con el imperial. La cal influyó en la producción de la mayoría de los pastos, excepto en el gordura y en el imperial (López, U. Arturo y H. Chaverra, 1967).

Estos resultados bastante alentadores permiten pensar que el desarrollo de la industria pecuaria ofrece amplias perspectivas en esta extensa región colombiana, actualmente ocupada por pastos naturales de muy baja capacidad de apacentamiento, lo cual hace necesarias muchas hectáreas para levantar una cabeza de ganado vacuno.

Las razas cebú y San Martinera son las que mejor se comportaron en la capacidad de transformar en carne, los pastos naturales de baja calidad (Mora, J.J, et al, 1967).

De acuerdo a los conocimientos actuales, la vocación de los suelos del Centro Las Gaviotas es la ganadería. Sin embargo, es conveniente cultivar para el consumo doméstico, algunas plantas adaptables: plátano, cítricos, mango, marañón, maíz, arroz y yuca. Aunque estos cultivos necesitan prácticas costosas de fertilización y encalamiento, se recomiendan teniendo en cuenta que en este Centro, existe una concentración escolar de más de un centenar de niños, a quienes es necesario proporcionar alimentos y enseñar algunas prácticas agrícolas de uso y manejo, como: aplicación de fertilizantes, encalamiento, adición de materia orgánica, elección de plantas de acuerdo con la clase de suelo, etc. Estos cultivos de pancoger se recomiendan en los suelos de las series Urimica y Miralindo - que ocupan la posición de los bordes y colas de los esteros, fuera del área

del bosque que es necesario e imperativo conservar. Estos suelos presentan los contenidos más altos de materia orgánica. Conviene seleccionar las zonas mejor drenadas y construir obras sencillas de adecuación.

Los fertilizantes a emplear serían preferiblemente de fórmula completa, incluyendo elementos menores y enclamiento.

Interpretando las características que se acaban de exponer, se presenta una tabla en donde aparecen los símbolos utilizados en el mapa, la clasificación agrológica de los suelos, las características limitantes del uso y las recomendaciones correspondientes si se realizan o no las prácticas agronómicas que se indican. Siguiendo estas prácticas, es posible desarrollar una ganadería semi-intensiva, es decir, una explotación en donde se pueda sostener al menos una cabeza de ganado vacuno por hectárea, siempre que se adopten también medidas sanitarias y las demás técnicas que implica la industria agropecuaria.

Es necesario recalcar que las prácticas discutidas en este capítulo provienen principalmente de las experiencias que se han obtenido en los campos experimentales en muy pocos años de investigación. Por lo tanto, es la opinión de los autores de este trabajo, que se debe seguir investigando intensamente sobre todos estos aspectos, ya que esta región llanera está llamada a resolver el problema del exceso de población, siendo necesario incorporarla, en los años venideros, a la economía nacional.

ASPECTOS ECOLOGICOS

Ampliando lo expuesto en el capítulo de generalidades sobre las condiciones ecológicas dominantes en la región de Las Gaviotas, se debe tener presente, que para denominar una zona de vida además de los factores climáticos, es necesario considerar otros tales como vegetación y suelos.

Al observar las especies arbóreas de la región, se ve que la mayoría de ellas poseen hojas que tienen un carácter coriáceo, característica que a primera vista nos indicaría una zona seca; pero al analizar otros factores tales como la fisiología de las especies y las interacciones suelo-planta, se explica esta condición de las hojas.

Así, en el Curatella americana el carácter coriáceo es debido en muchos casos a una condición típica de escleromorfismo (es decir, que todos los ejes vasculares de hojas y paredes celulares poseen una densa lignificación), debido a los desequilibrios de diferentes nutrientes que existen en el suelo y que pueden dar éste carácter coriáceo en adición a los factores climáticos. Además, existen muchas veces, procesos de lignificación en algunas especies tanto naturales como graduales de acuerdo con la edad de la planta, lignificándose primero las hojas más cercanas al tallo y luego las más extremas; en la hoja, primero se lignifica el ápice y después la base. Cuando los suelos son ácidos, el porcentaje de lignificación en la vegetación, es mayor que cuando los suelos tienen carácter básico y también cuando el tallo de las herbáceas es leñoso, es un índice de

la falta de carbonatos en los suelos.

El escleromorfismo de muchas especies ha sido objeto de diferentes hipótesis, que tratan de explicarlo por factores genotípicos. En algunos casos este escleromorfismo revela el aumento o deficiencia de algún nutriente en el suelo como en la especie Gomphrena prostata.

Según estudios realizados en gramíneas en Cerrados (Brasil) en sabanas muy semejantes a los llanos colombianos, se han encontrado cuerpos silicosos en muchas familias de plantas y especialmente en gramíneas. Estas formaciones silicosas aparecen en las raíces y en las hojas, generalmente incrustadas en las paredes celulares o espacios intercelulares, se pueden observar como cuerpos aislados o en grupos. El 90% del cuerpo silicoso está constituido por sílice amorfo de tipo opalino; este proceso metabólico que da origen al depósito de sílice en las células vegetales es aún desconocido. Una importancia de estos cuerpos silicosos es servir muchas veces de base para la clasificación de varias especies vegetales. Cuando estos cuerpos silicosos se descomponen en el suelo, por desaparición de la planta, aparecen formas microscópicas de opal (compuestos de sílice), que son originados por la sílice de las plantas y en otros casos provenientes de esponjas. Los cuerpos silicosos originados por descomposición de las plantas son denominados fitolitos.

El estudio de los fitolitos es muy importante en ecología porque sirve para determinar el tipo de vegetación dominante en un área - (al menos en un período anterior de 1.000 a 7.000 años). Si existen en una

zona bastantes fitolitos originados por cuerpos silicosos de plantas, es evidente que en dicha área existió vegetación de gramíneas (sabanas) y no de bosques, debido a que la mayoría de los fitolitos son originados por gramíneas. Además sirven para estudiar límites de bosque-sabana.

Si no existen fitolitos en forma abundante en un área y ésta actualmente se halla cubierta por praderas, esto indica que es una vegetación reciente y que anteriormente allí existían bosques (Estudios efectuados por Sendulsky y Gouvea, 1966).

En el Brasil se efectuó un estudio donde se investigó el tipo de vegetación antigua existente sobre varias zonas, se distinguieron cuerpos silicosos de gramíneas dentro del bosque y de gramíneas de praderas, ambos producen fitolitos, pero los cuerpos silicosos de pradera o bosque corresponden a formas diferentes; éstos se estudiaron en muchos géneros de herbáceas que se hallan en las cercanías de Las Gaviotas como Andropogon, Axonopus, Paspalum, Trachypogon entre otros. Estos fitolitos provienen de la descomposición del follaje de estas gramíneas.

Vegetación natural

La vegetación predominante en la zona objeto de este estudio, es el pasto natural en un 85% a 90% del área, el espacio restante está ocupado por vegetación arbórea; o sea que se tienen dos ecosistemas - bien diferenciados el de bosque de galería y el de sabana.

El origen y la forma de distribución de estas especies ha

sido objeto de muchas teorías y discusiones. Algunos investigadores dan un origen antrópico a estas sabanas, y otros dicen que son un clímax de vegetación; los primeros tratan de aprobar su tesis diciendo que en muchos sitios donde hay sabanas actualmente, hace 30 o 40 años existían bosques naturales (como en sabanas cercanas a Puerto López y Caño Manacacías) los cuales fueron talados o quemados, siendo dedicadas estas zonas en muchos casos para agricultura y que por la baja fertilidad de los suelos esta actividad se vió limitada, siendo necesario trasladarse a otros sitios, para repetir el mismo proceso de desmontes, quemas, agricultura y abandono de las tierras, quedando éstas posteriormente para ganadería. Los propiciadores de las tesis anteriores sostienen que si se controla el fuego en la sabana o cualquier intervención humana, el bosque cubriría muchas sabanas - (según observaciones cerca de la Sierra de la Macarena y zonas cercanas a Villavicencio). Estas mismas observaciones han sido comprobadas por Rambe lli et al (1965), en Camerún, Costa de Marfil.

Según observaciones hechas por Goodland (1966) sobre análisis de polen en sectores del valle del río Ariari y del valle del río Meta, se encontraba allí clímax de sabanas inundadas y bosques secos asociados con condiciones climáticas preexistentes.

La versión del origen de estas sabanas, es la que afirma que siempre han sido clímax de vegetación herbácea y en ningún caso de origen antrópico.

Bosque de galería

Son fajas de bosque primario intervenido que se encuentran al lado y lado de las corrientes de agua, llamadas localmente esteros, ocupan dentro de toda la zona de estudio únicamente de un 10% a 15% de su extensión. A pesar de que son áreas pequeñas su composición florística es amplia.

En estos bosques se ve la intervención del hombre mediante la tala y la quema, para la implantación posterior de una agricultura nómada (conucos), cuando se abandonan estos conucos o únicamente se tala el bosque, se presenta una regeneración natural de especies pioneras de Cecropia sp, Pouruma sp, palmáceas, ciperáceas, gramíneas y algunas especies del bosque original.

En estos bosques de galería se hallan especies arbóreas con diferentes estratos, así como también arbustivas y herbáceas. La abundancia de palmas (especialmente Mauritia minor) indica un proceso natural de sucesión vegetal así como talas anteriores. En muchos casos la densidad de esta palma es tan alta, constituyéndose en rodales puros que se les denomina "morichales". Para dar una mejor idea de la composición de estos bosques se presentan tres perfiles de vegetación efectuados en diferentes sitios. (Figuras 18-19 y 20 del apéndice).

Un factor muy importante por el cual se debe conservar este bosque de galería es para la conservación y regularización de las aguas, ya que a pesar de que se dice muchas veces que la vegetación por estar muy

cerca a los lechos de quebradas o ríos transpira bastante (hecho que debería comprobarse para cada especie y no generalizar), se perdería más agua por evaporación que por transpiración si esta cobertura arbórea se eliminara. Debido a la cobertura densa formada por las copas de los árboles se evita la acción directa del sol disminuyendo considerablemente la evaporación. Además de la conservación y regularización de las aguas, el bosque protege los suelos contra los deslizamientos y derrumbes de los taludes. Otro beneficio es la protección de la fauna que vive en este hábitat. Muchas especies arbóreas a primera vista parecen tener un buen valor económico, por lo cual se hace necesario un estudio tecnológico de éstas.

Sabanas naturales

La mayor parte de la superficie del área estudiada son sabanas, cubiertas con pastos especialmente: gramíneas, ciperáceas, compuestas y otras herbáceas. En todas estas sabanas se encuentran en forma aislada los árboles de chaparro (Curatella americana), especie pirófila debido a tener una corteza gruesa de corcho que la protege contra el fuego, además de los altos contenidos de sílice en las hojas. Cuando este arbusto es atacado por el fuego su amplio sistema radical con nódulos (cormófito) hace posible nuevos rebrotes de la planta. Esta especie fuera de servir de sombrío para el ganado, según estudios recientemente realizados, tiene un alto valor farmacológico por ser una especie hipoglucemiante, además su corteza es tónica. Los árboles de esta especie no son atacados por el coque, y su subsistencia en zonas tan inhóspitas es debido a que la planta es freatófita, según algunos investigadores.

Muchas especies herbáceas son leñosas y poco palatables para el ganado; por falta de nutrientes y carbonatos que hacen que estas se lignifiquen. Las praderas están especialmente cubiertas por Andropogon virgatus, Axonopus Chrysoblepharis, en la zona cercana a los bosques y de mayor humedad se encuentra poblada mayormente por algunas gramíneas, Andropogon spp., y Ciperáceas. Un perfil de esta vegetación se muestra en la Figura 21.

Aunque la correlación entre vegetación y suelo es importante, hay que tener presente que en muchos casos un tipo de hábitat incluye varias asociaciones de suelos; o dos o más tipos de hábitats una asociación de suelos. En muchos casos suelos bien drenados corresponden al hábitat de Trachypogon vestitus; en pendientes suaves hacia los caños se hallan las sabanas de Paspalum pectinatum; y en las zonas cercanas a los esteros y de mayor humedad se hallan las sabanas de Andropogon sp.

Muchas veces se trata de hacer una relación demasiado directa de la vegetación con algún factor como clima, suelo, geomorfología; hay especies que crecen tanto en las partes bajas como las altas; límites de bosque-sabana no corresponden a posiciones geomorfológicas diferentes, aunque esta condición si se puede cumplir en otros casos.

De acuerdo a investigaciones realizadas últimamente las características físicas del suelo son las que influyen principalmente en el tipo de vegetación; mientras que las químicas no causan cambios en los tipos de vegetación pero si inciden en el crecimiento de las especies.

El valor nutritivo de los pastos es muy bajo siendo necesario de 5 a 10 Ha para sostener una cabeza de ganado. Pero debido a que la potencialidad de estos suelos para agricultura es deficiente, el uso más adecuado, es la ganadería, aunque sea en forma extensiva.

Fauna

La fauna es un recurso natural renovable; su desenvolvimiento como actividad económica y científicamente orientado siempre causa fricciones con otras actividades, en este caso, con la actividad ganadera, la agricultura y la caza. El equilibrio ecológico de la fauna se ve afectado por la ganadería y la caza incontrolada. En la generalidad de los casos la eliminación de una especie animal puede provocar el aumento excesivo de las especies que este consume. Dourojeanni (1967), observó en el Perú que en regiones ganaderas al eliminar el coyote (Canis latrans) provocó infestaciones tremendas de roedores muy nocivos de géneros Sigmodon y Microtus que destruyen los pastos; lo que nos indica que en Colombia se debe tener una política bien orientada respecto a la conservación de la fauna.

Esta zona quizá poseyó una fauna muy amplia, pero ahora con la intervención del hombre se ha replegado a áreas lejanas; pero a pesar de esto se conservan especies de: anfibios, reptiles, venados, armadillos, algunos primates, aves, tortugas, etc. Estas especies que aún subsisten se ven afectadas por prácticas continuadas e irracionales de caza por los usuarios de estos recursos; destruyendo así el equilibrio ecológico. Se ha

ce necesario un estudio básico de la dinámica de estas especies, para de esta forma, poder proyectar con mayor exactitud cualquier programa faunístico. La ganadería (aunque no se puede considerar como fauna propiamente, por no ser espontánea y nativa) es otro factor a tener en cuenta para cualquier programa faunístico, por tener una función económica y social en esta zona. El escaso número de ganado allí existente es el "llanero".

En la mayoría de los países se habla siempre de conservación, pero esta política quizá sea la mejor en los países desarrollados, que no necesitan económicamente de los productos extraídos de ésta. En nuestro país y en otros países subdesarrollados, debe pensarse sí en conservación pero también en "explotación racional" de estos recursos, teniendo siempre presente el valor actual y futuro de cada recurso.

La fauna del área de Las Gaviotas se ve continuamente afectada por la caza incontrolada. Para evitar que este proceso continúe es necesario que el INDERENA por intermedio de inspectores ponga en práctica - las vedas y normas vigentes de vigilancia y control, que son quebrantadas en estas zonas.

Es conveniente una vigilancia y control de pesca y caza; lo mismo que el establecimiento de zocriaderos de especies valiosas de mamíferos, roedores, aves, etc. Los zocriaderos y su técnica de desarrollo son diferentes para cada especie, por lo cual es imposible hablar de todos ellos, ya que además el INDERENA tiene normas y técnicas para el desarrollo de estos, por ser esta entidad a la cual le competen estas actividades.

des directamente. Aquí se presenta tan solo en forma muy amplia los requisitos que debe llenar un zocriadero del chiguiro (Hydrochaeris hidrochaeris) por ser una especie muy valiosa y que es propia de este medio ecológico.

Dentro de las condiciones ambientales y topográficas se pueden enumerar entre otras:

- a. Precipitación promedio mayor de 1.000 mm
- b. Temperaturas promedias mayores de 24 grados centígrados (mínimas de 20 grados centígrados)
- c. Lagos o ríos con aguas limpias, tranquilas y poco profundas
- d. Abundantes pastos
- e. Sombrio permanente
- f. Topografía plana o ligeramente ondulada
- g. Altura sobre el nivel del mar de 0 a 1.000 m.s.n.m
- h. Drenaje adecuado

Para el manejo del criadero se debe tener presente entre otros los siguientes puntos:

- a. El chiguiro al nacer debe ser marcado para llevarle su control respectivo
- b. A los cuatro meses de edad los pequeños deben ser retirados de la hembra
- c. El zocriadero debe disponer de pocetas o estanques con suficiente agua para refrescarse y ejercer la reproducción de la especie.

- d. Efectuar chequeos continuos para velar por la salud de los animales
- e. Para la reproducción se deben seleccionar los mejores animales.

Un esquema aproximado de un zocriadero para el chiguero se presenta en la Figura 9. Se cerca con malla (como se ve en el dibujo), un área aproximada de 100 m por 100 m, cerca a una corriente de agua (para poder obtener fácilmente ésta y aprovechar el sombrío de los bosques). En estas áreas cercadas se establecen los tanques para el agua; y contiguos a estas zonas enmarcadas se establecen potreros para poder rotar los animales con facilidad.

Las quemas

Es una práctica continua que se realiza por los habitantes de la región, generalmente todos los años en estas sabanas; con el objeto principal de eliminar herbáceas, leñosas y algunas arbustivas para favorecer el rebrote de pastos más tiernos que aprovecha mejor el ganado . Aunque se debe tener presente que muchos incendios de estas praderas son debidos a factores naturales, tales como descargas eléctricas.

Las quemas técnicamente practicadas y en período no tan - frecuentes no producen grandes alteraciones. Pero como esta actividad antrópica en los llanos se practica sin ninguna norma especial produce deseulilibrios ecológicos importantes, como por ejemplo:

- a. Destruye la materia orgánica presente
- b. Causa desequilibrios en la microflora del suelo. De acuerdo con estudios

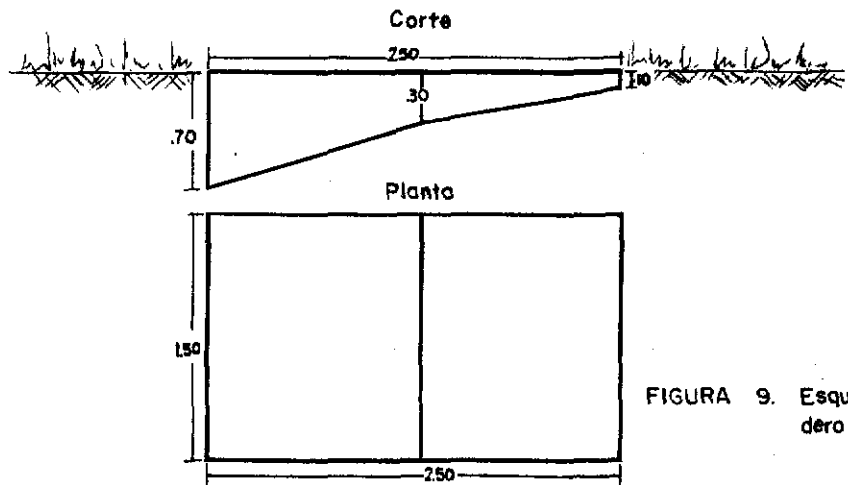
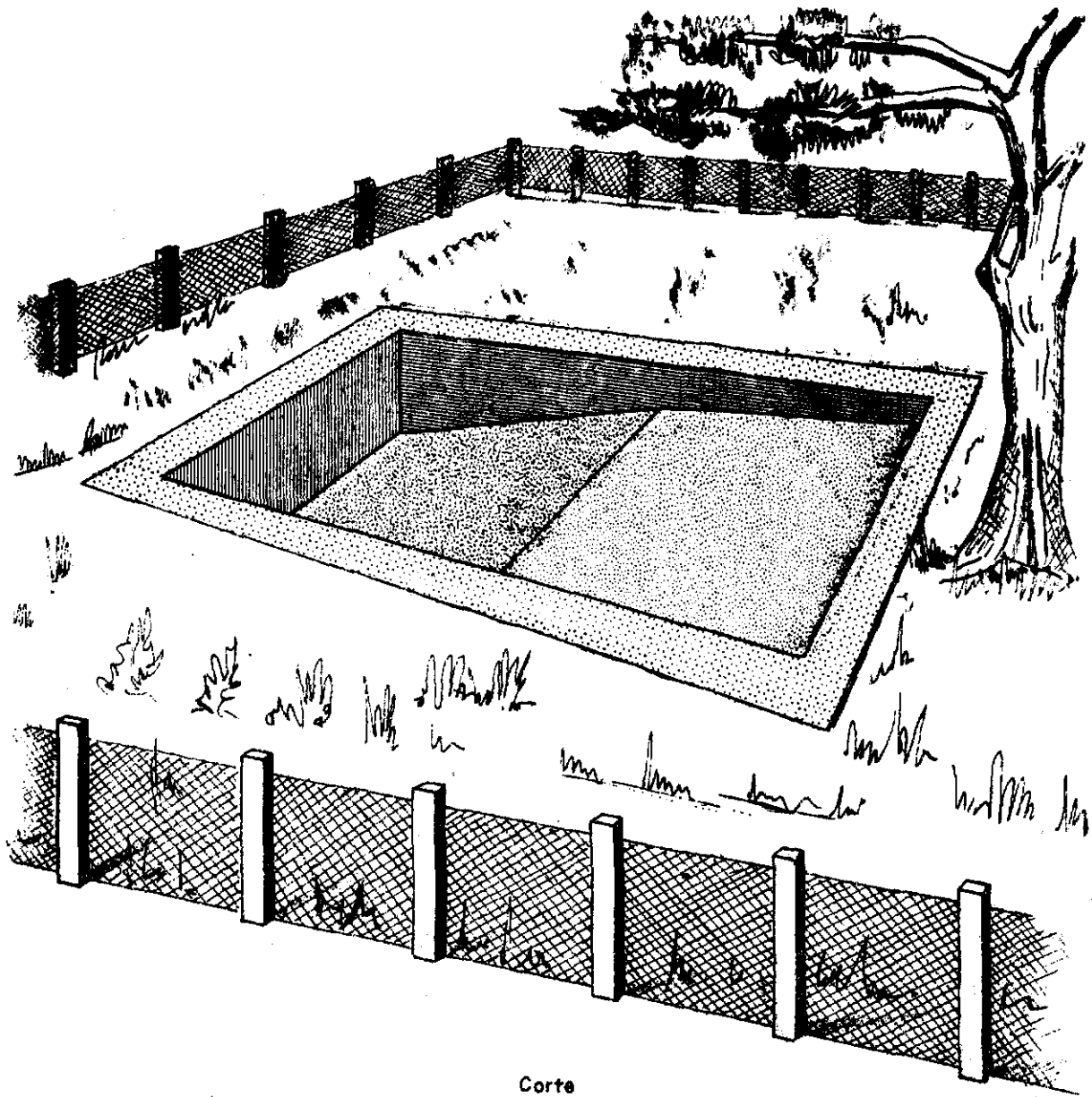


FIGURA 9. Esquema de Zocriadero de Chigüiro.

- efectuados por Rambelli et al (1965), se observaron cambios de las especies de microorganismos de hongos y bacterias.
- c. Al efectuar las quemas hay una selección de especies herbáceas y disminución del porcentaje de especies leñosas
 - d. Cuando las quemas son muy frecuentes las especies herbáceas tratan de desaparecer quedando el suelo desnudo y expuesto a la erosión
 - e. Alteran algunas de las propiedades físicas de los suelos, afectando su productividad
 - f. Ciertas especies parecen esperar el paso de fuego para comenzar su ciclo vegetativo (acción climatisante)
 - g. Se eliminan ciertas especies y aparecen otras (acción selectiva)
 - h. En general se presenta una modificación de la flora y su dinamismo
 - i. Se destruyen hábitats naturales de la fauna de sabana
 - j. Las quemas afectan los componentes orgánicos y el aprovechamiento de nutrientes por las plantas, lo mismo que la sequedad de las semillas
 - k. La regeneración del bosque después de las quemas es pobre
 - l. La temperatura del suelo en los primeros 2 cm generalmente llega de 95 grados centígrados a 125 (por algunas horas durante la quema). Las semillas son afectadas y no hay regeneración, si estas están en este nivel de profundidad.
 - m. A los 5 cm de profundidad en el suelo la temperatura varía de 45 grados centígrados a 105. En estos niveles las semillas se ven afectadas en su totalidad.
 - n. A una profundidad de 10 cm las semillas generalmente no son afectadas
 - ñ. En general la capacidad de germinación de las semillas se ve reducida.

- o. La sucesión natural del bosque se cambia, aparece primero un rastrojo con abundantes plantas pioneras heliófitas.
- p. Algunas especies no desaparecen debido a que tienen regeneración no so lo por semillas sino también por rebrotes, los cuales aparecen después de las quemas.
- q. Para la mayoría de investigadores, en este tema el fuego destruye el bosque y favorece la instalación de grupos herbáceos. En el caso de los llanos el bosque no es destruido directamente pero si se presenta laten dencia de replegarse éste a áreas menores y dejar más espacios para las herbáceas.

Consideraciones y comentarios generales

En la zona estudiada el tipo de cobertura vegetal predomi nante es el de pastos naturales, representados mayormente por gramíneas , y solamente a lo largo de las quebradas y ríos aparece una faja de bosque primario intervenido.

El desequilibrio ecológico causado por el hombre se mani fiesta por las quemas, especialmente en las praderas (aunque algunos son producto de descargas eléctricas) y las talas en los bosques de galería , para introducir agricultura, generalmente plantaciones de plátano, (conu cos) cultivos que el colono abandona para instalarse en otra zona por ser la capacidad de los suelos muy baja y no poder sostener cultivos continua dos. La ganadería es otra actividad que ha ayudado al desequilibrio de es te medio ecológico.

Según los datos climatológicos y observaciones de la vege
tación presente la formación ecológica de esta zona es de bosque húmedo
tropical (bh-T).

Aunque el área que ocupa el bosque es reducida; éste pre
senta un sin número de especies dentro de esta vegetación arbórea.

Para la introducción de nuevas especies vegetales se debe
hacer un estudio mejor y un análisis de sus características, es decir que
se acoplen a la zona de vida allí existente, porque de lo contrario se ob
tendrían resultados negativos. A primera vista de las especies que trata
de implantar INDERENA hay muchas que no corresponden a esta zona, por ser
éstas de condiciones ecológicas muy diferentes a las encontradas allí; por
lo cual se debe hacer una mejor selección (Ver Tabla 18 del apéndice).

Si se quiere hacer una política de reforestación se debe
tratar de implantar especies nativas especialmente y si se traen exóti
cas ser apropiadas para la zona. Aunque hay que tener en cuenta el fin: si
es para extraer beneficio económico, se deben colocar especies de valor -
potencial industrial; si es proteccionista, se podría investigar con her
báceas y arbóreas que cumplen bien con este fin.

Para que el equilibrio ecológico sea menos perturbado se
deben evitar las quemas, destrucción de los bosques que son los fenómenos
antrópicos que más afectan la estabilidad de esta zona.

No existen bosques organizados para la explotación contí

nua en la región. La madera tradicionalmente se pierde al talar y quemar árboles para implantar "conucos" o fomentar el establecimiento de pastos.

Se están realizando pequeños ensayos de adaptación de especies con coníferas y latifoliadas exóticas. Se cree conveniente que al mismo tiempo que se ensayan especies exóticas se deben hacer plantaciones similares con especies autóctonas que presentan características económicamente explotables.

Existen variaciones como consecuencia de la estructura de estos bosques, con enormes árboles, junto a claros desprovistos completamente de vegetación arbórea.

Las gramíneas, hierbas y otras plantas rastreras son comunes en las primeras fases de la sucesión.

Las especies pioneras (Cecropia), parecen prometedoras de bido a su rápido crecimiento, para industrias basadas en fibras.

Como la fauna se ve continuamente disminuída es conveniente establecer zocriaderos de especies animales de valor comercial y de otros que aunque no tengan este valor económico su desaparición conllevaría a grandes desequilibrios ecológicos.

USOS DEL SUELO EN LA INGENIERIA

Esta sección es útil a quienes necesiten información acerca de los suelos para ser usados como material estructural o como cimien

tos sobre los cuales las estructuras son edificadas. Entre aquellos que pueden beneficiarse de esta sección están los encargados del planeamiento, alcaldes de pueblos y ciudades, personeros municipales, ingenieros contratistas y hacendados.

Entre las propiedades del suelo importantes en la ingeniería están: permeabilidad, resistencia, características de compactación, drenaje del suelo, potencial de contracción-expansión, tamaño del grano, plasticidad y reacción del suelo.

También son importantes la profundidad a la tabla freática, profundidad a la roca madre, y pendiente del suelo. Estas propiedades, en varios grados y combinaciones, afectan la construcción y el mantenimiento de las vías, aeropuertos, líneas de conducción, cimientos para las edificaciones pequeñas, sistemas de irrigación, estanques y pequeños diques y los sistemas para depósitos de aguas negras y desperdicios.

La información suministrada en esta sección del estudio de suelos puede ser útil a aquellos que:

- 1) Seleccionan áreas potenciales para residencias, escuelas, industrias, comercio y recreación.
- 2) Evalúan los trazados alternativos para caminos, carreteras, líneas de conducción y cables subterráneos.
- 3) Buscan fuentes de grava, arena y arcilla
- 4) Planean sistemas de riegos y drenajes para fincas, estanques, terrazas y otras estructuras para controlar el agua y conservar el suelo.

- 5) Correlacionan la calidad de las estructuras existentes con las propie
dades del suelo sobre las cuales están construídas, con el fin de pre
decir la calidad de estructuras sobre clases de suelos iguales o simi
lares en otras localidades.
- 6) Predicen la posibilidad del tránsito de vehículos y equipos de construcción.
- 7) Desarrollan los estimativos preliminares correspondientes a la construcción en un área particular.

La mayoría de la información en esta sección se presenta en las Tablas 3, 4 y 5, las que muestran respectivamente varias propiedades es
timadas del suelo significativas a la ingeniería, interpretaciones para va
rios usos en la ingeniería y resultados de las pruebas de laboratorio de ingeniería sobre las muestras de suelo.

Esta información, junto con el mapa del suelo y otras par
tes de esta publicación, pueden usarse para hacer interpretaciones adicio
nales a las dadas en la Tabla 4 y también para hacer otros mapas útiles.

Los datos reportados, sin embargo no eliminan la necesi
dad de realizar investigaciones posteriores en sitios seleccionados para trabajos de ingeniería, especialmente trabajos que implican cargas pesadas o que requieran excavaciones a profundidades mayores a las que aquí se re
portan. También es necesaria la inspección de sitios porque muchas áreas de una unidad dada del mapa pueden contener pequeñas áreas de otras clases de suelo que tienen propiedades contrastantes muy fuertes y diferente adap

tabilidad o limitaciones en la ingeniería del suelo.

Sistemas de clasificación de los suelos en ingeniería

Los dos sistemas más comúnmente usados en la clasificación de muestras del suelo para la ingeniería son: el "Sistema Unificado" usado por los Ingenieros del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y otros y el Sistema AASHO adoptado por la Asociación Americana de Oficiales de las carreteras del Estado.

En el Sistema Unificado los suelos son clasificados de acuerdo con la distribución del tamaño de las partículas, plasticidad, límite líquido, y materia orgánica. Los suelos están agrupados en 15 clases. Hay ocho clases de suelos de granos gruesos, identificados como: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, y SC; y seis clases de suelos de granos finos, identificados como: ML, CL, OL, MH, CH, y OH; y una clase de suelos muy orgánicos, identificados como Pt. Los suelos sobre la línea límite entre dos clases se designan por símbolos que cobijen ambas clases; por ejemplo: ML-CL.

El sistema AASHO se usa en la clasificación de suelos de acuerdo con aquellas propiedades que afectan su uso en la construcción y mantenimiento de carreteras. En este sistema, se coloca un suelo en uno de los siete grupos básicos que van desde el A-1 a A-7 sobre la base de la distribución del tamaño de grano, límite líquido e índice de plasticidad. En el grupo A-1 están los suelos gravillosos de alta resistencia, los mejores suelos para cimientos. En el otro extremo, grupo A-7, están los suelos arcillosos que tienen baja resistencia cuando están mojados y que son los

suelos minerales más pobres para cimientos. Si se dispone de los datos del laboratorio para justificar la evaluación posterior, los grupos A-1, A-2 y A-7 se dividen como sigue: A-1-a, A-1-b, A-2-a, A-2-5, A-2-6, A-2-7, A-7-5 y A-7-6. Como refinamiento adicional, el valor de un material del suelo en ingeniería puede indicarse por un "índice de grupo". Los índices de grupo van desde "0" para el mejor material hasta "20" o más para el más pobre ; su valor se escribe entre paréntesis.

Explicación de las Tablas

Tabla 3.- En esta Tabla se dan las propiedades estimadas del suelo significativas en ingeniería. Sin embargo, los valores en algunas de las columnas como límite líquido, índice de plasticidad y permeabilidad fueron determinados experimentalmente. Los porcentajes del suelo que pasan por los diferentes tamices fueron estimados con base en la clasificación textural U.S.D.A. Otras propiedades que se dan en esta tabla fueron estimadas con base en características de los suelos y en observaciones de campo. A continuación se dan las explicaciones de algunas de las columnas en la Tabla 3.

La profundidad a la roca madre es la distancia desde la superficie del suelo a la parte superior de la capa rocosa. Los valores que aparecen en la columna corresponden a la máxima profundidad que se estudió en cada uno de los suelos; a la cual no se encontró roca.

La profundidad a la tabla de agua estacional es la distancia desde la superficie del suelo al nivel máximo alcanzado por el agua

Tabla 3 Propiedades estimadas del suelo significativas en ingeniería

Serie	Pendiente	Profundidad a la tabla de agua estacional	Profundidad del horizonte cm	Clasificación			% menor de 3" que pasa por el tamiz			
				Textura U.S.D.A	Unificada	AASHO	No.4 (4.7mm)	No.10 (2.0mm)	No.40 (0.42mm)	No.200 (0.074mm)
GAVIOTAS PG-16	0.3%	1.77	0-7	Ar	CL	A-7(14)	100	99.9	99.3	90.0
			7-17	Ar	CL	A-7(11)	100	99.9	99.6	89.0
			35-47	ArL	CL	A-7(13)	100	99.8	99.7	91.0
			47-70	Ar	CL	A-7(12)	100	100	99.8	83.0
JERARQUIA PG-17	0.3%	1.50	0-8	F	CL	A-6(5)	100	100	98.6	55.0
			8-25	F	CL	A-6(5)	100	99.0	98.4	58.0
			50-100	FAr	CL	A-7(9)	100	95.0	99.4	70.0
JAPONESA PG-18	0.3%	1.82	0-10	FA	SMD	A-2-4(0)	100	100	98.7	20.0
			10-30	FA	SMD		100	100	98.8	23.0
			30-55	FA	SMD		100	100	97.7	26.0
			55-130	FA	SMD		100	100	97.7	30.0
			130-150x	FA	SMD		100	100	97.7	35.0
HIDALGUIA PH-1	0.3%	1.50	0-16	FA	SMD	A-2-4(0)	100	99.7	96.7	24.0
			16-40	FA	SMD	A-4(1)	100	100	96.8	41.0
			40-65	F	SC	A-4(3)	100	99.7	96.8	48.0
			65-90	Ar	CL	A-6(6)	100	99.9	96.8	54.0
			90-118	Ar	CL	A-6(5)	100	99.6	94.0	51.0
118-150x	FArA	SC	A-2-6(1)		51.5	47.0	25.0			
MACONDO PG-10	0.3%	1.00	0-10	FA	SMD	A-2-4(0)	100	100	96.0	30.0
			10-30	FA	SMD		100	100	97.0	30.0
			30-45	FA	GMD		100	100	97.0	35.0
			45-85	FA	SC	A-4(2)	100	100	97.5	45.0
			85-150	FA	SC	A-6(2)	100	99.65	98.0	45.0
URIMICA	0.1%	25	0-15	Ar	MH	A-7(16)	100	100	99.4	92.0
			15-25	ArL	CL	A-7(13)	100	100	99.8	92.0
			25-45	ArL	CL	A-7(14)	100	100	99.9	93.0
			45-85	ArL	CL	A-7(13)	100	100	99.8	92.0
			85-170	ArL	CL		100	100	98.7	89.0
ARENOSA PU-2	0.1%	25	0-15	F	ML	A-4(3)	100	99.7	94.5	52.0
			15-35	FA	ML-CL	A-4(2)	100	100	92.4	45.0
			35-60	F	CL	A-4(3)	100	100	95.7	52.0
			60-85	FAr	CL	A-6(6)	100	100	97.3	63.0
			85-150	FA	SC	A-2-4(0)	100	100	94.5	22.0
MIRALINDO PG-20	0.1%	25	0-10	Ar	MH	A-7(16)	100	99.9	98.5	94.0
			10-20	ArL	MH	A-7(14)	100	100	99.3	93.0
			20-47	ArL	MH	A-7(15)	100	99.5	99.5	93.0
			47-75	ArL	ML	A-7(13)	100	99.8	99.6	94.0
			75-100x	ArL	H-CH	A-7(15)	100	99.4	99.4	94.0

F : Franco
 Ar: Arcill
 A: Arenos
 L: Limosc

mite qui-	Indice de plas- ticidad	Permeabilidad cm/hora	Drenaje	Reacción pH	Salinidad CEx10 ³ 25°C	Corrosividad	
						Acero sin recubrir	Concreto
48	22	0.07	Bien drenado	4.7	0.60	Alta	Alta a mod
46	16	0.07	Bien drenado	4.9	0.30	Alta	Alta a mod
46	23	0.12	Bien drenado	5.2	0.20	Moderada	Alta a mod
45	18	0.12	Bien drenado	5.3	0.10	Moderada	Alta a mod
36	12	2.11	Bien drenado	4.9	0.16	Moderada	Mod a alta
32	11	2.11	Bien drenado	5.1	0.09	a	Mod a alta
45	13	0.93	Bien drenado	5.7	0.03	baja	Mod a alta
-	NP	2.11	Bien a exce-	4.7	0.09	Alta	Alta
-	NP	2.11	sivamente	4.8	0.10	Alta	Alta
-	NP	0.93	drenado	5.0	0.08	Alta	Alta
-	NP	0.95	" "	5.2	0.08	Alta	Alta
-	NP	0.08	" "	5.3	0.07	Alta	Alta
-	NP	0.13	Bien drenado	4.9	0.04	Baja	Alta
-	NP	1.06	Bien drenado	5.0	0.29	Baja	Alta
22	8	0.92	Bien drenado	5.3	0.24	Baja	Alta
32	17	1.09	Bien drenado	5.4	0.23	Baja	Moderada
34	16	1.09	Bien drenado	5.4	0.09	Baja	Moderada
36	18	0.68	Bien drenado	5.6	0.05	Baja	Moderada
-	NP	0.39	Bien drenado	4.7	0.40	Moderada	Alta
-	NP	0.39	Bien drenado	4.6	0.20	Moderada	Alta
-	NP	0.28	Bien drenado	4.6	0.10	Baja	Alta
23	10	0.62	Bien drenado	4.0	0.10	Baja	Alta
24	11	1.02	Bien drenado	5.0	0.05	Baja	Alta
60	21	0.75	Pob drenado	4.2	0.17	Alta a	Alta
45	21	0.56	Pob drenado	4.3	0.08	muy baja	Alta
44	19	0.56	Pob drenado	5.1	0.05		Alta
48	21	-	Pob drenado	5.2	0.07	Alta a	Alta
46	20	-	Pob drenado	5.1	0.06	muy baja	Alta
35	10	1.70	Pob drenado	4.9	0.04	Alta	Alta
24	7	1.84	Pob drenado	4.7	0.04	Alta	Alta
25	10	0.15	Pob drenado	4.7	0.19	Alta	Alta
30	12	-	Pob drenado	4.8	0.12	Alta	Alta
-	NP	-	Pob drenado	4.7	0.11	Alta	Alta
67	20	0.27	Pob drenado	4.9	0.11	Muy alta	Alta
55	19	0.22	Pob drenado	4.9	0.08	Muy alta	Alta
53	20	0.22	Pob drenado	5.0	0.08	Muy alta	Alta
49	19	0.03	Pob drenado	5.0	0.04	Muy alta	Alta
53	25	0.03	Pob drenado	5.2	0.03	Muy alta	Alta

TABLA 4. Interpretación de los suelos para ingeniería.

Serie y símbolo en el mapa	Grado y clase		
	Construcción de tanques sépticos	Depósito de aguas negras	Excavaciones poco Profundas
GAVIOTAS PG-16 GAa GAb	Fuerte:Lenta permeabilidad.	Moderada:Pendientes hasta el 3%.	Moderada:Texturas nas.
JERARQUIA PG-17 JEab	Moderada:Permeabilidad moderada	Moderada:Permeabilidad de moderada a moderadamente lenta Pendientes hasta 3%.	Ligera.
JAPONESA PG-18 JAab	Moderada:Permeabilidad moderada	Moderada:Texturas a renosas y pendientes hasta el 3%.	Ligera.
HIDALGUÍA PH-1 HIab	Severa:Permeabilidad lenta	Moderada: Pendiente hasta 3%.	Ligera.
MACONDO PG-10 MAab	Severa:Lenta permeabilidad	Moderada:Pendiente hasta 3%.	Ligera.
URIMICA PU-1 URa	Severa:Lenta permeabilidad.Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua a menos de 1 m de la superficie.	Severa:Tabla de agua a menos de 1m. Pobremente drenado.
ARENOSA PU-2 ARA	Severa:Lenta permeabilidad.Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua a menos de 1 m.Pobremente drenado.
MIRALINDO PG-20	Severa:Lenta permeabilidad.Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua a menos de 1m. Pobremente drenado.

Limitaciones para:			
	Edificaciones	Rellenos sanitarios	Carreteras y calles locales
i	Moderada:Alto índice de plasticidad.	Ligera.	Fuerte:Arcilloso
	Ligera.	Ligera.	Moderada.
	Ligera.	Ligera.	Ligera.
	Ligera.	Ligera.	Moderada.
	Ligera.	Ligera.	Ligera.
a	Severa:Pobremente drenada.Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua superficial.Pobremente drenado.	Severa:Pobremente drenado
a	Severa:Pobremente drenado.Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua superficial.Pobremente drenado	Severa:Pobremente drenado
a	Severa:Pobremente drenado.Tabla de agua superficial.	Severa:Tabla de agua superficial.Pobremente drenado.	Severa:Pobremente drenado

Adaptabilidad como fuente de:		Características del	
Relleno de carreteras	Arena y grava	Areas de embalse	Diques y terraplenes
Pobre:Arcilloso con índice de plasticidad mayor de 15	Inadecuado:Texturas finas	Pendientes hasta el 3%	Media a baja resistencia plazamiento.Regular a bu: racterísticas de compact:
Regular.	Inadecuado:Texturas finas	Pendientes hasta 3% Moderada permeabilidad	Media a baja resistencia plazamiento.Regular a bu: racterísticas de compact.
Bueno.	Regular:Textura franco arenosa	Pendientes hasta 3% Texturas franco arenosas	Regular a buenas caractercas de compactación.Medita susceptibilidad al emientto. Mediana resisten: desplazamiento.
Pobre.	Regular:0-40cm Inadecuado: Mayor 40cm.texturas finas	Pendientes hasta 3% Moderada permeabilidad.	Media a baja resistencia plazamiento.Media a alta tibilidad al escurrimien: nas a regulares caracter de compactación.
Bueno.	Regular:0-45cm Inadecuado: Mayor 45cm.texturas finas.	Pendientes hasta 3%	Media a baja resistencia plazamiento.Regular a bu: racterísticas de compact Media a alta susceptibil escurrimiento.Media a ba: prensibilidad.
Pobre:Pobremente drenado	Inadecuado:Texturas finas	_____	Baja a media susceptibil desplazamiento.Regular a características de compa
Pobre:Pobremente drenado	Inadecuado:Texturas finas.	_____	Regular a pobre caracter de compactación.Media a susceptibilidad al escur
Pobre:Pobremente drenado	Inadecuado:Texturas finas	_____	Baja resistencia al despto y pobre compactación.

suelo que afectan:			
	Drenaje para cultivos	Irrigación	Terrazas
al des- nas ca- ción.	Lenta permeabilidad. Textu- ras arcillosas	Alta retención de humedad. Suelos pro- fundos pendientes hasta el 3%	Pendientes suaves de 0-3%. Lenta permeabi- lidad.
al des- nas ca- ción.	Permeabilidad moderada a lenta. Textura arcillosa	Alta retención de humedad. Suelos pro- fundos pendientes hasta el 3%	Pendientes suaves de 0-3%. Lenta permeabi- lidad.
isti- a al- curri- a al		Baja retención de humedad. Suelos pro- fundos. Pendientes hasta el 3%	Pendientes suaves de 0-3%. Texturas franco arenosas.
al des- suscep- o. Bue- sticas	Permeabilidad: Moderada- mente lenta a lenta.	Alta retención de humedad. Suelos pro- fundos pendientes hasta el 3%	Pendientes suaves de 0-3%. Lenta permeabi- lidad.
al des- nas ca- ción. dad al a com-	Lenta permeabilidad	Alta retención de humedad. Suelos pro- fundos pendientes hasta el 3%	Pendientes suaves de 0-3%. Lenta permeabi- lidad.
dad al pobres tación.	Lenta permeabilidad y ta- bla freática cerca a la superficie.	Alta retención de humedad. Necesidad de drenaje. Pendien- tes menores del 1%	No necesita. Pendien- tes menores de 1%.
sticas lta - imiento.	Lenta permeabilidad y ta- bla freática cerca a la superficie.	Alta retención de humedad. Necesidad de drenaje. Pendien- tes menores del 1%	No necesita. Pendien- tes menores de 1%
azamien	Lenta permeabilidad y ta- bla freática cerca a la superficie.	Alta retención de humedad. Necesidad de drenaje. Pendien- tes menores del 1%	No necesita. Pendientes menores de 1%.

TABLA 5 Propiedades de los suelos para uso en Ingeniería

Serie	Profundidad cm	Compactación		Análisis Mecánico					Clasificación				
		máxima densidad Lb/pie ³	humedad óptima %	% mayor de 3"	% menor de 3" que pasa por el tamiz				Limite líquido	Indice de plastici- dad	Textura U.S.D.A	Unificada	AASHO
		No.4 (4.7mm)	No.10 (2 mm)	No.40 (0.42mm)	No.200 (0.074mm)								
GAVIOTAS PG-16	17-35	106.4	18.7	-	100	99.6	99.3	86.6	44	22	Ar	CL	A-7-6(14)
	35-70	106.2	16.6	-	100	99.8	99.3	85.6	47	22	ArL	CL	A-7-6(15)
	70-150	107.5	19.2	-	100	100	99.6	87.6	56	28	Ar	MH-CH	A-7-6(20)
JERARQUIA PG-17	25-50	117.8	10.5	-	55.7	51.9	50.6	31.9	34	13	FAr	SC	A-2-6(1)
	100-150	110.6	19.3	-	100	99.1	97.2	68.9	48	32	Ar	CL	A-7-6(17)
MACONDO PG-10	10-45	122.7	10.0	-	100	99.6	95.0	45.4	-	NP	FA	SMd	A-4(0)
	45-85	127.2	10.7	-	100	99.9	94.6	48.5	23	10	FA	SC	A-4(3)
	85-150	126.9	10.4	-	100	99.6	93.8	51.3	24	11	FA	CL	A-6(3)

subterránea durante el invierno de 1973. Datos de otros años no existen.

La textura del suelo se describe en los términos standars usados por el Departamento de Agricultura en los Estados Unidos. Estos términos tienen en cuenta los porcentajes relativos de arena, limo y arcilla en el material del suelo menor de 2 milímetros de diámetro. "Franco", por ejemplo, es un material del suelo que contiene de 7 a 20% de arcilla, 28 a 50% del limo, y menos de 52% de arena. Si el suelo contiene gravilla u otras partículas más gruesas que la arena se agrega un modificador apropiado como por ejemplo, "franco arenoso-gravilloso".

El límite líquido y el índice de plasticidad se refieren a los efectos del agua sobre la resistencia y consistencia del material del suelo. Cuando el contenido de humedad de un suelo arcilloso aumenta desde el estado seco, el material cambia desde un estado semisólido a un estado plástico. Si el contenido de humedad aumenta aún más, el material cambia de plástico a un estado líquido. Los límites plástico y líquido se expresan como el contenido de humedad al cual el material del suelo cambia desde el estado semisólido a plástico y plástico a líquido respectivamente. El índice de plasticidad es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, e indica el rango de contenido de humedad dentro del cual el material del suelo es plástico.

La permeabilidad es aquella cualidad del suelo que permite transmitir el agua o el aire. Los datos incluidos en la tabla corresponden a determinaciones hechas en laboratorio sobre muestras indisturbadas; estos valores, que ubican a estos suelos dentro de aquellos que tienen una per

meabilidad de moderada a lenta e incluso muy lenta, no están de acuerdo con observaciones de campo y con otras propiedades del suelo como estructura, porosidad y textura, por las que el suelo se hubiera estimado como de alta permeabilidad. La razón de esta diferencia debe investigarse.

La salinidad se refiere a la cantidad de sales solubles del suelo. Se expresa como la conductividad eléctrica del extracto de saturación, en mmhos por centímetro a 25 grados centígrados. La salinidad - afecta la adaptabilidad de un suelo para la producción de cultivos, su estabilidad cuando se usa como material de construcción, y su corrosividad hacia los metales y concreto.

El potencial de contracción y expansión es el cambio relativo en volumen que se debe esperar del material del suelo con los cambios en el contenido de humedad, es decir, la magnitud a la cual el suelo se contrae a medida que se seca o se expande cuando está húmedo. El grado de contracción y expansión está influido por la cantidad de arcilla en el suelo. La contracción y expansión de un suelo causa muchos daños a los cimientos de las construcciones, caminos y otras estructuras. Un potencial alto de contracción y expansión indica un riesgo para el mantenimiento y conservación de estructuras construidas con material que tiene este coeficiente.

La corrosividad, tal como se usa en la tabla 3, se refiere a la acción química potencial del suelo que disuelve o ataca el acero descubierto o el concreto. La rata de corrosión del acero está relacionada con las propiedades del suelo tales como drenaje, textura, acidez total,

y conductividad eléctrica del material del suelo. La corrosividad para el concreto está influida principalmente por el contenido de sulfato de sodio o magnesio pero también por la textura y acidez del suelo. Las instalaciones de acero no revestido que intersectan los límites del suelo o los horizontes del suelo son más susceptibles a la corrosión que las instalaciones enteramente hechas en una sola clase u horizonte del suelo. Una clasificación de corrosividad baja significa que hay una baja probabilidad de corrosión inducida por el suelo. Una clasificación como alta significa que hay una alta probabilidad de daño, en tal forma que deben emplearse medidas de protección para el acero y un concreto más resistente y así evitar o disminuir los daños.

Tabla 4.- En esta tabla se presentan algunas "interpretaciones de los suelos en ingeniería", basadas en las propiedades de los suelos mostradas en la Tabla 3 y en los datos de ensayo de la Tabla 5. En esta tabla se usan clasificaciones para resumir las limitaciones o la adaptabilidad de los suelos para todos los fines señalados, diferentes a los de drenajes de las tierras cultivables y pastizables, irrigación, embalse, terraplenes, terrazas y otros. Para esos usos particulares la Tabla 4 enumera aquellas características del suelo que no deben perderse de vista en su planeamiento, instalación y mantenimiento.

Las limitaciones del suelo son indicadas por las clasificaciones de ligero, moderado y severo. Ligero significa que el suelo tiene propiedades generalmente favorables para el uso señalado; en otras palabras, las limitaciones son menores y fácilmente superadas. Moderado sig

nifica que algunas propiedades del suelo no son favorables pero pueden su
perarse o modificarse por planeamientos o diseños especiales. Severo sig
nifica que las propiedades del suelo son desfavorables y difíciles de co
rregir o superar y el suelo requiere mayores restauraciones y diseños es
peciales.

La adaptabilidad del suelo se clasifica con los términos
de bueno, regular y pobre, los cuales respectivamente tienen significados
aproximadamente paralelos a los términos ligero, moderado y severo.

Tanto la clasificación de limitaciones como la de adapta
bilidad están acompañadas en la tabla por una o varias de las caracterís
ticas del suelo que obligaron a ponerlo en una clase particular; es decir,
junto a los calificativos de limitaciones moderado y severo y de adaptabi
lidad regular y pobre se encuentran las propiedades del suelo que las de
terminan.

La tercera división de esta tabla está destinada a dar al
gunas de las características de los suelos que más afectan negativamente
o favorecen algunas obras de ingeniería.

Tabla 5.- En esta tabla aparecen los resultados de algunas
pruebas de ingeniería realizadas en el laboratorio a las muestras de los
horizontes más representativos de los suelos que más abundan en el área es
tudiada. Las columnas de esta tabla son esencialmente las mismas de la Ta
bla 3, excepto las de máxima densidad y humedad óptima, información que
junto con las pruebas de C.B.R. (California Bearing Ratio), cuyas gráficas

se incluyen en el apéndice de este estudio (Figuras 22, 29), son útiles a la Ingeniería Civil.

Cuando un suelo es compactado con aumentos progresivos de humedad, su densidad va aumentando hasta que un incremento en el contenido de humedad causa una disminución en su densidad. La humedad óptima a la cual se alcanza la máxima densidad es una característica de cada suelo. La compactación aumenta la resistencia al efecto cortante, reduce la compresibilidad y hace más impermeable al suelo. Información acerca de esta característica se incluye en la Tabla 5. Los valores se obtuvieron en pruebas de laboratorio compactando el suelo a 55 golpes con un pistón de 10 libras y caída de 18 pulgadas.

El C.B.R. es la relación en porcentaje entre la carga unitaria necesaria para introducir un pistón en la muestra de suelo y la carga unitaria necesaria para introducir el mismo pistón a la misma profundidad, en una muestra tipo de piedra triturada. Es una medida de la resistencia del suelo al esfuerzo secante en condiciones de humedad y densidad controladas. El ensayo fué desarrollado inicialmente por la División de carreteras de California, E.U.A. con el objeto de determinar la capacidad (portante) relativa de bases, sub-bases y sub-rasantes. En las Figuras 22 a 29 del apéndice se representan las pruebas de C.B.R. realizadas sobre 8 muestras de suelo que se tomaron como las más representativas del área de estudio.

La densidad en el terreno no se da en este capítulo, pero

su valor puede encontrarse en g/cc, en la columna denominada densidad aparente en la tabla de propiedades físicas de los suelos, incluida en el apéndice.

CLASIFICACION DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO

Determinaciones físicas y químicas

Para la evaluación sistemática de un proyecto de riego y su posterior clasificación de las tierras con fines de regadío es necesario establecer una serie de parámetros que expresen las calidades del suelo en su estado natural. Los parámetros incluyen las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas y sus calidades relacionadas, como topografía, drenaje y la calidad del agua disponible para la irrigación.

En el área del presente estudio se hicieron las siguientes determinaciones: velocidad de infiltración, permeabilidad con muestras alteradas e inalteradas, densidad aparente, retención de humedad, granulometría y fluctuaciones del nivel freático.

Los análisis químicos efectuados en el laboratorio fueron: pH, capacidad catiónica de cambio, cationes de cambio, bases totales, carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y conductividad eléctrica.

A las aguas se les determinó: pH, conductividad eléctrica, calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro, sílice, sulfatos, cloruros y carbonatos ácidos. A continuación se hace un comentario por separado de la

metodología seguida en el campo. Los análisis físicos y químicos pueden consultarse en las secciones correspondientes de este estudio.

Infiltración

La infiltración es una propiedad de los suelos de gran importancia y es la velocidad a la que el agua se cala o se filtra por ellos en dirección vertical (Israelsen, H., 1965).

La cantidad de agua que se infiltra en un suelo en un intervalo dado de tiempo, es máxima al comenzar la aplicación y después de un tiempo largo, la velocidad con que el agua entra en el suelo se acerca a un valor constante conforme la curva se vuelve asintótica, debido a los diferentes grados de humedad del suelo.

La determinación de la infiltración en los suelos es útil para conocer la velocidad con que el suelo superficial absorbe agua, la velocidad a la cual podrá ser aplicada el agua de riego, el método de riego a seguir y la cantidad de agua que debe aplicarse en un tiempo determinado.

Los valores de infiltración pueden interpretarse de manera general de acuerdo a los siguientes valores (Smith y Browing, 1968).

<u>Apreciación de la infiltración</u>	<u>Velocidad de infiltración cm/hora</u>
Muy rápida	Mayor de 25.4
Rápida	2.54 - 25.4

Moderada	0.254 - 2.54
Lenta	0.00254 - 0.0254
Extremadamente lenta	menor de 0.00254

Los resultados de las pruebas de infiltración se presentan en las Tablas 20 a 25 del apéndice.

Las Figuras 30 a 35 del apéndice son la representación de la infiltración instantánea y de la lámina acumulada promedio de las dife^{re}ntes pruebas de infiltración.

Permeabilidad (Conductividad hidráulica K)

La permeabilidad de un suelo se define como la velocidad de flujo bajo el gradiente o pendiente hidráulica unitaria, en la cual la fuerza es de un kilogramo por kilogramo de agua (Israelsen, H., 1965).

El conocimiento y valoración de los datos de permeabilidad en el suelo, tiene importancia primordial en relación con los rendimientos del transporte y aplicación del agua, para proyectar sistemas de drenaje y el control de la salinidad en las tierras del proyecto.

Son numerosos los factores que afectan el movimiento del agua en el suelo: tamaño y forma de los espacios porosos, textura, grado de agregación, bases cambiables, estructura, densidad y materia orgánica.

El valor de la permeabilidad a su vez cambia en función - del tiempo dado que los factores que actúan son dinámicos (Bustamante H.,

1969).

Para la evaluación de la permeabilidad se tomaron los límites propuestos por el U.S. Soil. Conservation Service 1948, que se basan en la textura y condiciones del perfil, comportamiento físico, estructura, moteado y color.

Las clases de permeabilidad propuestas son las siguientes

<u>Clase</u>	<u>Permeabilidad</u> <u>cm/hora</u>
1. Muy lenta	Menor de 0.1
2. Lenta	0.1 - 0.5
3. Moderadamente lenta	0.5 - 2
4. Moderada	2 - 6
5. Moderadamente rápida	6 - 12
6. Rápida	12 - 18
7. Muy rápida	Mayor de 18

Los valores de permeabilidad sobre muestras alteradas no se consignan en este estudio por no existir una relación significativa con los valores hallados sobre muestras inalteradas.

En la Tabla 26 del apéndice se consignan los resultados y la evaluación de la permeabilidad de cada una de las series.

Los resultados obtenidos en las pruebas de infiltración y permeabilidad indican que en estos suelos el movimiento del agua es res

tringido. Este hecho guarda relación con las características discutidas en el capítulo de propiedades físicas, pero contradicen las experiencias obtenidas en observaciones de campo, en las que se aprecia que el agua lluvia se evacúa rápidamente y que los suelos tienen buen drenaje por las características del perfil.

Esta aparente contradicción es posible se deba a los siguientes hechos: a) gran parte del agua lluvia se evacua por drenaje superficial, el cual es rápido; b) se presenta un gran movimiento lateral del agua entre horizontes, hecho que se explica por cambios en textura y densidad aparente; posiblemente cuando el agua llega a horizontes más compactos (mayor densidad aparente), fluye horizontalmente sobre éstos; c) para que un suelo presente moteos debido a las condiciones de reducción (mal drenaje), es necesario que en él exista materia orgánica de fácil aprovechabilidad como fuente de energía para los microorganismos anaeróbicos, lo cual no ocurre en estos suelos; por otra parte, es posible que la misma población microbiana sea restringida.

Es necesario adelantar investigaciones tendientes a aclarar estos hechos.

Calidad y profundidad del agua freática

La calidad del agua para riego está determinada por la concentración y composición de los constituyentes que contenga. Por consiguiente, la calidad del agua es una consideración importante para la investigación de las condiciones de salinidad o contenido de sodio intercambiable.

biable en cualquier zona de riego. Las características más importantes que determinan la calidad del agua para riego son: concentración total de sa les solubles, concentración relativa del sodio con respecto a otros catio nes, concentración de boro u otros elementos tóxicos y bajo ciertas condi ciones, la concentración de bicarbonatos con relación a la concentración de calcio más magnesio (Allison, L.E. y otros, 1962).

La cantidad de humedad proporcionada por una capa de agua cercana a la superficie del suelo puede ser causa de altos rendimientos en las cosechas, pero en zonas en donde existen aguas salinas, las ventajas son contrarrestadas por una disminución en la producción. De una capa freá tica se derivan beneficios económicos, siempre que la altura sea razona ble. La "profundidad económica" depende de los cultivos y del costo del rie go (Israelsen, H., 1965).

La toma de muestras para determinar la salinidad y la me dición del nivel freático se hizo en 11 pozos y 3 aljibes ubicados en to da el área de estudio. Se tomaron además muestras del caño Urimica.

Se hicieron cinco mediciones del nivel freático y dos to mas de muestras para salinidad. Actualmente se están haciendo mediciones del nivel freático cada mes. Se recomienda continuar las lecturas y ade más tomar muestras para salinidad por lo menos dos veces al año, una en pe ríodo lluvioso y la otra en período seco.

En las Tablas 27, 28 y 29 del apéndice se consignan los re sultados de los análisis de aguas superficiales y freáticas y la profundi

dad del nivel freático.

De acuerdo con estos resultados la clasificación de las aguas para riego según el manual: Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos de los Estados Unidos se tiene que: las muestras con clase S1, son aguas con bajo contenido de sodio y ninguna salinidad; pueden usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable,

Las muestras clasificadas en clase C1S1, son aguas de baja salinidad y bajo contenido de sodio. Puede usarse para riego en la mayor parte de los cultivos, en cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad y se alcancen niveles peligrosos de sodio.

En conclusión las aguas del Centro Las Gaviotas ya sean superficiales o freáticas, son apropiadas para riegos sin riesgo de que se alteren las propiedades físicas o químicas de los suelos.

Irrigación

Para irrigación de los cultivos es necesario tener en cuenta factores como: evapotranspiración, demanda de agua por cultivos, balance hídrico, etc.

Uso consuntivo o evapotranspiración

El agua que se aporta al suelo se distribuye así: una par

te se pierde por escorrentía, otra por percolación y evaporación y el resto la utilizan las plantas para la formación de sus tejidos y los procesos de transpiración.

Se denomina evapotranspiración o uso consuntivo, al proceso conjunto de evaporación y transpiración. Depende del clima, de las prácticas de riego, de la duración del período vegetativo, de la especie vegetal, y otros factores (Grassi, y Carlos, 1968).

Existen diversos métodos para determinar el agua consumida por las plantas, desde los directos en el campo, hasta las fórmulas matemáticas propuestas por diferentes autores. La utilización de uno de los métodos depende de la cantidad de datos disponibles que se tenga.

Los resultados de evaporación y evapotranspiración para pastos con coeficiente estacional $K = 0.85$ aparecen en la Tabla 31 del apéndice.

Demanda de agua y dotación de riego

Las necesidades de evapotranspiración se satisfacen con la precipitación o con riego. En el primer caso se tiene en cuenta la precipitación efectiva y en segundo las eficiencias de riego.

Los resultados de la dotación bruta y efectiva de riego, en mm, m^3/Ha y $L/s/Ha$, aparecen en la Tabla 31 del apéndice.

Según estos datos, sin tener en cuenta la capacidad de al

macenamiento de agua de los suelos, los meses en los cuales los cultivos requieran riego son Enero, Febrero y Marzo, en el primer semestre y Noviembre y Diciembre en el segundo.

Balance hídrico

Es muy importante hacer el balance hídrico edáfico a fin de conocer los meses que presentan exceso o déficit de agua y por lo mismo necesitan o no de riego.

El balance hídrico se calculó para cada una de las series, siguiendo el método propuesto por Thornthwaite, que tiene en cuenta la evapotranspiración, la precipitación efectiva y la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos.

Los resultados obtenidos se encuentran consignados en las Tablas 32 a 39 del apéndice.

Según estos datos en todas las series se presenta déficit hídrico durante los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril y Diciembre devido a baja capacidad de almacenamiento de agua de los suelos, la baja precipitación y la alta evapotranspiración. En estos períodos es necesario la aplicación de riegos suplementarios. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el "Balance hídrico" se calculó con los datos de retención de humedad a 0.3 atmósferas, asumiendo esta tensión como la capacidad de campo; pero según se discutió en el capítulo de propiedades físicas, es posible que esta constante de humedad del suelo se encuentre a tensiones más bajas. Si

esto es cierto, los meses con déficit de agua deben disminuir.

En los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre se registra excesos de agua que varían para cada serie.

Método de riego

Para distribuir el agua de riego en los campos de cultivo en forma uniforme hasta la profundidad radicular de las plantas cultivadas, es necesario conocer el método más adecuado de riego de acuerdo con los suelos, la topografía, el drenaje, los cultivos y la disponibilidad de agua (Blair E., 1957).

El agua para riego se puede aplicar al suelo en cuatro formas (Blair E., 1957).

1) Por inundación, encharcamiento o aniego, mojando todo el terreno. Existen diferentes sistemas:

- a) Inundación por desbordamiento
- b) Por melgas con bordos o caballones
- c) Por secciones grandes con caballones normales a las curvas de nivel
- d) Por tazas o secciones pequeñas

2) Por surcos humedeciendo solo una parte de la superficie del suelo, Estos pueden ser:

- a) Surcos anchos y profundos, ordinarios
- b) Surcos estrechos y poca profundidad (corrugación)

- 3) Por aspersión o lluvia artificial con:
- a) Tuberías perforadas, aéreas o superficiales
 - b) Aspersores giratorios
- 4) Riego subterráneo o sub-irrigación que comprende los sistemas:
- a) natural
 - b) zanjas laterales
 - c) tuberías enterradas

El mayor limitante para aplicar cualquier método de riego radica en la disponibilidad de agua. Los caños Urimica y Gaviotas no tienen caudal suficiente en tiempo seco para regar. La única posibilidad sería por medio de pozos, pero para esto es necesario hacer estudios para saber la profundidad a que se encuentra el acuífero.

Otro limitante para agricultura bajo riego es la baja fertilidad de los suelos. Esto impide que cualquier cultivo tenga una respuesta positiva a la aplicación de riego.

Una vez corregidas las deficiencias anteriormente anotadas, quizás el método que más convenga para las series Macondo, Jerarquía, Japonesa, Urimica, Arenosa, Hidalguía, sea el riego por aspersión. Para la serie Gaviotas se puede utilizar el método de inundación, por surcos o por aspersión. Su escogencia depende del cultivo.

Drenajes

El área de estudio tiene una buena red de drenajes natura

les y aunque las condiciones físicas, permeabilidad e infiltración, no favorecen el rápido movimiento del agua, en observaciones de campo se constató que ésta se evacua rápidamente, por razones ya discutidas en este capítulo. Por lo tanto, no parece necesario construir una red artificial de drenajes.

Los caños Urimica y Gaviotas que sirven de drenajes, en épocas de lluvias se desbordan e inundan los suelos de las áreas aledañas. Esto se podría remediar mediante la construcción de muros de contención, pero en las condiciones actuales tales gastos no se justifican.

Clasificación

La clasificación de las tierras con fines de regadío para los suelos de Las Gaviotas, son el resultado de un análisis de la posible influencia de los factores físicos y químicos individuales de la tierra sobre la economía de la producción de la zona. Las consideraciones fundamentales que se tienen en cuenta son: la capacidad productiva de la tierra, los costos de producción del cultivo y de desarrollo de la tierra en función de los factores: suelo, topografía y drenaje.

La clasificación se hizo en base al estudio detallado de suelos y evaluaciones adicionales de los aspectos físicos y químicos específicos y consideraciones económicas. Las diferentes clases se separaron de acuerdo a las normas establecidas por el Manual de clasificación de tierras con fines de riego de los Estados Unidos. A cada serie descrita en el estudio detallado de suelos, se le analizaron las propiedades físicas y

químicas y se procedió a ubicarlas en su respectiva clase.

El factor topografía, en la clasificación de las tierras, se valoró en base al grado de pendiente, relieve y posición. Este factor refleja la necesidad y el costo de desarrollo de la tierra, la facilidad o dificultad en hacer llegar el agua y aplicarla.

El factor drenaje, es importante en la clasificación de tierras, debido a que tiene efecto sobre la capacidad productiva, costos de producción y costos de desarrollo de la tierra. Se valoró en base a la topografía, posición de la tierra, profundidad del nivel freático, calidad del agua y la conductividad hidráulica del suelo y subsuelo.

Para valorar la capacidad productiva se tuvo en cuenta el clima, las características del suelo, la topografía, disponibilidad del agua y el drenaje. Estos factores influyen en la capacidad para producir cosechas en forma sostenida y por consiguiente, esa capacidad se refleja directamente en las clases de tierra. Se establecieron tres niveles: alto, medio y bajo. Para calcular los costos de adecuación se tuvieron en cuenta las posibles necesidades de nivelación, de drenaje y mejoramiento de los suelos. Se consideraron tres niveles: bajo, medio y alto.

Los niveles de drenabilidad: bueno, restringido y pobre se valoraron tomando en consideración los factores físicos y químicos que contribuyen a la velocidad de movimiento del agua a través del suelo y subsuelo.

Las diferentes clases de riego y drenaje para la región de

Las Gaviotas, se han establecido tomando como base los aspectos económicos de la producción, del desarrollo de la tierra y demás factores analizados anteriormente. En base a estos criterios se estableció una clase potencial (clase 5) y la clase tentativa a la cual podría pasar una vez se hayan hecho estudios especiales de investigación, como agronómicos, económicos y de ingeniería.

La clase 5Y potencial se tomó en base a la marcada deficiencia de nutrientes que presentan estos suelos para el normal desarrollo de los cultivos. Una vez que se haya corregido este factor mediante investigaciones sobre fertilidad los suelos pasarían a clase cuatro, tres, etc.

Especificaciones generales de las clases de suelos

Clase 3

Comprende suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas gruesas: muy permeables, baja retención de humedad. Presenta deficiencias en suelo y topografía. Capacidad de pago baja.

Clase 4

Comprende las tierras que tienen excesivas deficiencias y utilidad restringida, pero que con estudios especiales de carácter económico y de ingeniería, se ha demostrado que son regables. Pueden tener una o más de una deficiencia incorregible, lo cual limita su utilidad a pasto de corte, potreros, huertos. El drenaje es inadecuado y sufren inundacio

nes periódicas.

Clase 5

Las tierras incluidas en esta clase no son arables bajo las condiciones naturales, requieren estudios adicionales económicos y de ingeniería, para determinar su regabilidad. También se incluyen tierras clasificadas como temporalmente no productivas en espera de la construcción de obras correctivas y de mejoramiento.

Resumen de las principales características y condiciones de manejo (Símbolos que aparecen en el mapa)

Clase 5Y (potencial)

5Y (3S)
M33X

Suelos profundos, de texturas medianas con mala retención de humedad y con permeabilidad moderadamente lenta. Tiene deficiencia de suelo en lo referente a fertilidad. No requiere nivelación; el primer horizonte (A1) es muy delgado y por tal motivo no se debe arar. Se recomienda la aplicación de agua por aspersión.

Bajo las condiciones actuales estos suelos son aptos para pastos.

5Y (3Sd)
P33Z

Suelos de texturas finas, de permeabilidad moderadamente lenta. Son tierras que sufren inundaciones periódicas por desbordamiento o por aguas lluvias. Requieren obras de adecuación para reincorporarlas a la agricultura con riego.

Una vez que se haya arreglado el problema de drenabilidad y con estudios de fertilidad, podrían ser aptos para pastos, arroz y frutales. No se debe de arar a mucha profundidad, ya que el primer horizonte A1 es delgado.

5Y $\left(\frac{4Ps}{P33X}\right)$

Suelos profundos, de texturas finas, con mala retención de humedad y con permeabilidad de muy lenta a lenta. Tiene de deficiencia de suelo en lo que se refiere a fertilidad. No necesita de nivelación y la arada debe hacerse o muy superficial o evitarla. Bajo las condiciones actuales son aptos pa ra pastos.

5Y $\left(\frac{4Ps}{M33X} K\right)$

Suelos muy superficiales, limitados por la presencia de una capa fuertemente cementada de material petroférico en bs primeros cincuenta centímetros. Son de textura mediana, de mala retención de humedad y de permeabilidad moderadamente lenta. Debe evitarse la arada. Son suelos con deficiencia de fertilidad. Bajo las condiciones actuales son aptos para pastos. Se recomienda la aplicación de agua por aspersión.

5Y $\left(\frac{4Ps}{S33X} V\right)$

Suelos profundos, de texturas gruesas, con mala retención de humedad y de permeabilidad moderada a moderadamente lenta. Presentan deficiencia en suelo en lo referente a fertilidad y a sus capas de textura gruesa. No debe de ararse y se recomienda la aplicación de agua por aspersión.

En la siguiente tabla aparezcan las diferentes unidades de suelos con el símbolo del mapa y la clase de riego a que pertenecen.

TABLA 6. Clasificación de las tierras con fines de riego. Limitaciones y recomendaciones.

Símbolo en el mapa	Clase para riego	Limitaciones	Recomendaciones
GAa y GAb	5Y($\frac{4Ps}{P33x}$)	Mala retención de humedad.	Arada muy superficial.
JEab	5Y($\frac{4Ps}{M33x}$ K)	Suelos muy superficiales; presencia de material petroférrico.	Riego por aspersión.
JAab	5Y($\frac{4Ps}{S33x}$ V)	Texturas gruesas . Mala retención de humedad.	Riego por aspersión.
HIab	5Y($\frac{3s}{M33x}$)	Mala retención de humedad.	Riego por aspersión y arada superficial.
MAabx y MAaby	5Y($\frac{3s}{M33x}$)	Retención de humedad mala.	Riego por aspersión y arada superficial.
URa	5Y($\frac{3sd}{P33z}$ F)	Suelos mal drenados. Sufren inundaciones.	Obras de adecuación y arada superficial.
ARa	5Y($\frac{3sd}{P33z}$ F)	Suelos mal drenados. Sufren inundaciones.	Obras de adecuación y arada superficial.
MIab	5Y($\frac{3sd}{P33z}$ F)	Suelos mal drenados. sufren inundaciones.	Obras de adecuación y arada superficial.

GENESIS Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS

GENESIS

A la luz del Sistema Taxonómico Americano conocido hasta ahora como Séptima Aproximación, el suelo es considerado como una colección de cuerpos naturales organizados sobre la superficie terrestre que contienen materia viviente y soportan o son capaces de soportar plantas. Las características del suelo en un lugar determinado dependen de la interacción de los siguientes factores:

1. El clima particularmente la temperatura y la precipitación
2. Los organismos vivos (preferencialmente la vegetación nativa y los animales)
3. La naturaleza del material parental (textura, estructura y composición química y mineralógica)
4. El relieve del área
5. El tiempo durante el cual los materiales originarios han estado sujetos a la formación del suelo.

El clima y los organismos son considerados factores activos en la génesis de los suelos. Su acción sobre el material parental acumulado lo transforma paulatinamente en un suelo que presenta horizontes cada vez mejor diferenciados. La composición del material parental también afecta la clase de perfil que puede llegar a formarse y en casos extremos, domina enteramente la naturaleza del suelo formado. El relieve aumenta o disminuye el efecto de la temperatura y la humedad. Finalmente, se ne

cesita tiempo para transformar el material parental en un suelo; generalmente se requiere un tiempo muy largo para que se desarrollen completamente los horizontes de un suelo.

En la región de Las Gaviotas los suelos se han desarrollado a partir de un material parental constituido por sedimentos aluviales mezclados, procedentes de la Cordillera Oriental (FAO 1965; Guerrero, 1971) los cuales seguramente sufrieron intemperismo intenso antes de su deposición (Malagón, 1973). El clima bajo el cual se han formado los suelos se caracteriza por una precipitación de 2.500 mm distribuidos en una estación larga de 8 meses. La temperatura promedio anual es de 26 grados centígrados. Al hablar del clima bajo el cual se han formado los suelos es necesario tener en cuenta que posiblemente las condiciones actuales sufrieron cambios durante el Cuaternario, particularmente durante la última parte del Pleistoceno y el Holoceno que afectaron la génesis del suelo y dejaron marcas indelebles en los perfiles de los mismos. El estudio de estos cambios climáticos permitirá explicar mejor los fenómenos de sedimentación, erosión, transporte aéreo de materiales y endurecimiento irreversible de la plintita (material petroférico). El relieve es esencialmente plano con ligera tendencia a la convexidad y la mayor parte del área está bien drenada. Solamente los suelos de los esteros se han desarrollado bajo condiciones de reducción predominante, pero con períodos de fluctuación del agua freática. De acuerdo a estudios geológicos los sedimentos que dieron origen a los suelos estudiados fueron depositados durante el Pleistoceno. La vegetación es característica de la sabana tropical (Guerrero, 1971) com

puesta casi exclusivamente por pastos naturales de varias clases. Solo existen bosques a lo largo de los esteros. La acción de la macrofauna (hormigas y termites) juega un papel muy importante en la formación de los suelos del Llano.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta al discutir la génesis de los suelos de Gaviotas son los siguientes:

1. Estado avanzado de intemperismo de los materiales que dieron origen a los suelos y patrón de sedimentación de los mismos.
2. Influencia eólica en los perfiles de suelo
3. Presencia de materiales petroféricos (plintita endurecida irreversiblemente)
4. Pedoturbación por acción de los macroorganismos (hormigas y termites)
5. Acción antrópica (particularmente quemadas).

La composición mineralógica de los suelos de las Gaviotas indica que los materiales que constituyen los suelos están en un estado avanzado de intemperismo y todo parece indicar que los sedimentos estuvieron sometidos a meteorización intensa antes de su depositación y por lo tanto los altos contenidos de cuarzo y la casi completa desaparición de los minerales fácilmente intemperizables no se pueden explicar en base únicamente, a la pedogénesis que ha dado lugar a los suelos actuales. Malagón (1973) en su estudio pedológico de varios perfiles de los Llanos Orientales afirma que la abundancia de minerales resistentes en la fracción arena y limo y la ocurrencia de minerales en la arcilla que representan un estado avanzado de intemperismo indican que los sedimentos estuvieron

ron sujetos a ciclos previos de meteorización. El mismo autor indica que el alto contenido de limo ($2 - 50\mu$) en los suelos que estudió en los Llanos, refleja intemperismo físico y selección u ordenación de los sedimentos previamente alterados, durante el transporte que sucedió antes de la deposición en el sitio que hoy ocupan; el limo es una fracción de menor importancia en suelos residuales altamente intemperizados.

Las afirmaciones anteriores pueden explicar, en parte, por qué los suelos estudiados a pesar de estar constituidos por materiales tan intemperizados presentan estructuras de bloques subangulares moderados que los hace intergradar hacia los inceptisoles porque se supone que en oxisoles típicos la estructura se torna esferoidal muy fina bien desarrollada por la acción de los agentes cementantes de hierro principalmente. Se podría afirmar de esta manera que los suelos en sí no son tan viejos ni tan evolucionados como lo son los materiales de suelo que forman su perfil. Este fenómeno se torna más complejo de analizar si se tiene en cuenta la pedoturbación a que han estado sometidos los suelos por la acción de los macroorganismos especialmente las hormigas y los termites.

Otro factor a tener en cuenta al estudiar la génesis de los suelos de Las Gaviotas es la falta de uniformidad del material parental de los suelos, debido al aporte de material eólico. La distribución de partículas por tamaño y la composición mineralógica reflejada principalmente en la distribución a través del perfil de los valores de la relación zirconio-turmalina indican claramente que en gran parte del área de Las Gaviotas hubo depositación eólica de materiales de suelo. Malagón (1973), Gue

rrero (1971) y Goosen (1972) reportan en sus estudios la existencia de material eólico en los suelos de los Llanos Orientales, en cantidades verdaderamente importantes por su extensión y profundidad en ciertas áreas. Las fotografías aéreas y las imágenes de satélite, muestran amplios paisajes con influencia eólica marcada.

Diagnosticar discontinuidades litológicas en los suelos estudiados es difícil por la uniformidad en la mineralogía a través del perfil. A este respecto, Malagón (1973) afirma que los procesos pedogenéticos han producido la homogeneidad en la mineralogía de estos suelos principalmente a través de la alta acidez y la presencia de aluminio; como ejemplo cita este autor la presencia de vermiculita cloritizada. La diferencia de los materiales sedimentarios, difícilmente reconocible, ha sido muy destruída por el proceso intempérico que tuvo lugar antes de la depositación de los sedimentos en el sitio actual. La acción de los macroorganismos es otro fenómeno que ha contribuído significativamente a la homogenización de los materiales.

Un hecho interesante desde el punto de vista genético es la presencia en algunos de los perfiles estudiados (serie Jerarquía, Hidalguía) de materiales cementados por hierro (concreciones) los cuales han sido denominados plintita endurecida (Sombroek, 1966; Soil Survey - Staff, 1970), arrecife cuando forma capas continuas (Bonazzi, 1963) y Laterita (Alexander and Cady, 1962 y muchos otros investigadores).

La plintita endurecida fue definida por Alexander y Cady

(1962) como un material altamente intemperizado y rico en óxidos secundarios de hierro y/o aluminio; está casi completamente desprovista de bases y de silicatos primarios pero puede contener abundante cuarzo y caolinita. Sombroek (1966) describe la plintita endurecida como una capa de tipo esco riáceo compuesta de material pobre en humus y que consiste de óxidos de hie rro endurecido.

De acuerdo a varios autores (Alexander y Cady, 1962; Bonazzi, 1963; Cortés et al, 1973) para la formación de las corazas o capas de plintita endurecida se requieren condiciones especiales en las cuales se presenta humedecimiento y secado alternos acompañados por reducción y oxi dación local y una capa freática suficientemente cercana a la superficie como para mantener saturada la zona de segregación de hierro. Es interesan te el hecho de que las capas de plintita endurecida se encuentran en si tios bien drenados, en donde el nivel freático ocurre a varios metros de profundidad; por consiguiente, la plintita endurecida se considera fósil y se asume que debió formarse en tiempos en los cuales existió in situ o en áreas vecinas, una superficie de tierra con capas de agua fluctuante a po ca profundidad (Cortés et al, 1973).

La pedoturbación por acción de los macroorganismos es un factor más que debe tenerse en cuenta al analizar la génesis de los suelos de los Llanos Orientales. Es evidente que la actividad de las hormigas y de los termitas, para no hablar de otros animales, ha sido muy intensa en las sabanas, como puede deducirse de las observaciones realizadas en el campo y de la evidencia captada por las fotografías aéreas de baja alti -

tud. Se puede afirmar que no existe en los Llanos un solo metro cuadrado de terreno que haya escapado a la acción de estos organismos. Por consiguiente, el transporte de materiales de suelo ha sido considerable y se observan huellas en los perfiles que indican que el acarreo se ha llevado a cabo desde las capas profundas del suelo hasta la superficie y también en sentido contrario. Goosen (1971) afirma que la actividad de los macroorganismos ha sido responsable de la destrucción de cutanes argílicos que se gún este autor debieron existir. De haber existido cutanes argílicos, se apreciarían algunas pequeñas laminillas (dominios) de arcilla orientada en la matriz de la fábrica del suelo, lo cual no fue evidente en las secciones delgadas estudiadas. De cualquier manera, el hecho real es que los perfiles han sido mezclados por la acción biológica y este fenómeno debe ser tenido en cuenta al evaluar los cambios genéticos que se han producido durante la formación de los suelos.

Desde el punto de vista del mapeo de estos suelos tan afectados por la actividad biológica es importante evaluar la incidencia de áreas disturbadas por hormigas o termiteros dentro de una unidad cartográfica para establecer la pureza de las unidades que se presentan en el mapa de suelos. A este respecto se debe tener en cuenta que hay hormigueros y termiteros activos y otros abandonados por los organismos en diferentes épocas. Es importante investigar el tiempo que transcurre entre el abandono de un hormiguero por las hormigas y su regreso a ese mismo sitio para actuar de nuevo. Así mismo se debe investigar el volumen de material transportado por los organismos y el efecto de la acción microbial sobre las

propiedades físico-químicas y morfológicas de los suelos.

La acción antrópica en los suelos del Llano es muy importante, especialmente a través de la quema que cada año se efectúa de la vegetación de sabana, la cual sin duda alguna, afecta seriamente la delgada capa vegetal de estos suelos. La quema ocasiona pérdidas de elementos minerales especialmente nitrógeno y microelementos que induce cambios en la composición de los compuestos húmicos. En forma indirecta puede afectar otras características del suelo como por ejemplo, la estabilidad de los agregados. A este respecto cabe anotar que en los suelos de Las Gaviotas se observa una capa delgada (un cm o menos) de arena cuarcítica suelta, completamente lavada y libre de cualquier pigmento orgánico. Este material es arrastrado por las aguas de escorrentía desde la altillanura ligeramente convexa hacia las áreas más bajas de topografía plana-cóncava (esteros).

Un efecto positivo de la quema es el de propiciar la mineralización de la materia orgánica. Sin embargo, si tenemos en cuenta los aspectos negativos de la quema en los suelos del llano, esta práctica no debería continuar.

CLASIFICACION

La clasificación de los suelos de las series Gaviotas, Macondo, Jerarquía, Miralindo, Urimica, Hidalguía, Japonesa y Arenosa, se efectuó según la Clasificación de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1970), utilizando cinco niveles de abstracción a saber: orden, suborden, gran grupo y familia. El agrupamiento se hace para todas las series dentro

del mismo nivel, comenzando por los suelos menos desarrollados.

Orden

Los suelos de la serie Macondo presentan menor grado de desarrollo con relación a los demás estudiados. En el perfil se encuentran presentes, un epipedón óxico y un horizonte cámbico; el primero se identifica por el color y el bajo contenido de materia orgánica y el segundo por medio de prácticas petrográficas en el laboratorio. A pesar de que el suelo tiene un horizonte sub-superficial muy alterado y de que cumple con algunas de las condiciones exigidas para el horizonte óxico, posee una capacidad de cambio calculada para la arcilla ($\frac{CCC_{pH 7.0} \times 100}{\%Ar}$) superior a 16 m.e., carece de textura franca o más fina y tiene menos de 15% de arcilla. En consideración a que en el perfil de este suelo no se encuentran presentes los horizontes argílico, espódico y nátrico se incluyó en el orden Inceptisol (Tabla 7).

Los suelos de las series Gaviotas, Jerarquía, Japonesa, Arenosa, Hidalguía, Miralindo y Urimica, presentan un avanzado grado de desarrollo, comprobado por la presencia del horizonte óxico cuyas características diagnósticas aparecen en la Tabla 7. El espesor del horizonte óxico es mayor de 30 cm; la capacidad de cambio a pH 7.0 calculada para la arcilla es menor de 16; la capacidad de cambio efectiva calculada para la arcilla es inferior a 10 m.e.; los minerales intemperizables en la fracción de 20 a 200 micrones se encuentran dentro de los límites permitidos (micas menos de 6%, otros minerales intemperizables menos del 3%); menos del 5% de arcilla dispersable en agua; texturas más finas que franco arenoso fi

nas con límites graduales o difusos entre sub-horizontes y con menos del 5% del suelo con estructura de roca.

En lo referente a minerales intemperizables cabe anotar el hecho de que en las series Jerarquía y Japonesa hay más que trazas de micas presentes en la arcilla, tanto por rayos-x como mediante la determinación del potasio total en la fracción de arcilla; en efecto, en los horizontes B22 y B23 de estas series se encontró alrededor del 10% de micas - (calculadas en base al análisis del potasio total), lo cual eventualmente puede cambiar la clasificación de estas series cuando el sistema concrete o establezca los límites permitidos con relación a minerales intemperizables en la fracción de arcilla. Observaciones similares se aplican a los suelos de las series Arenosa e Hidalguía que presentan en algunos de los horizontes contenidos superiores al 6% de micas (mediante métodos químicos).

A los suelos pertenecientes a las series Urimica y Miralín do, a pesar de tener un contenido de carbón orgánico superior a 2.5%, no se les permite tener un epipedón umbrico por causa del color (valores superiores a 3.5).

Por tener un horizonte óxico o, en ausencia de los horizontes argílico (carencia de películas), espódico y nátrico, todos los suelos de las series mencionadas se incluyen en el orden Oxisol.

Suborden

En la serie Macondo la temperatura promedio anual es supe

rior a 8 grados centígrados, con diferencias de temperatura entre invierno y verano menores de 5 grados centígrados; esta condición climática, a más de tener un epipedón ocriceo y un horizonte cámbico, sirvió como criterio para la clasificación en el suborden Tropept.

A este nivel y para los suelos agrupados dentro del orden Oxisol, fue necesario establecer el régimen de humedad. Se tuvieron en cuenta dos posibilidades: la primera la de considerar un régimen údico en el cual la sección control no permanece seca en alguna de sus partes por más de 90 días acumulativos. La segunda alternativa fue considerar un régimen ústico, en cuyo caso y admitiendo que la temperatura del suelo se encuentra por encima de 22 grados centígrados y que las diferencias que existen entre las temperaturas de invierno y las de verano son menores de 5 grados centígrados, se requiere que la sección control permanezca seca en todas o en algunas de sus partes por más de 90 días acumulativos en la mayoría de los años. La sección control puede permanecer húmeda durante 180 días acumulativos o también húmeda en algunas de sus partes durante 90 días consecutivos.

En la región de estudio a falta de información adecuada (datos de más de 10 años) en lo que se refiere a evapotranspiración, se tuvieron en cuenta para los fines de este estudio los datos pluviométricos de dos años, suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional. (Figura 2). En esta Figura se puede observar que hay un período seco de cuatro meses (Dic-Marzo) con precipitaciones menores de 100 mm mensuales y un período de lluvias de 8 meses con precipitaciones mayores a 100 mm. Informa

ción adicional en cuanto al régimen hídrico, puede encontrarse según Goo
sen (1971) en el estudio de suelos los Llanos Orientales efectuado por la
FAO.

En el capítulo de clima, las isoyetas o líneas de igual
precipitación para la región de Las Gaviotas señalan un período seco muy
cercano a 4 meses lo cual corrobora la información del Servicio Meteoroló
gico Nacional.

En lo que respecta a la región de Las Gaviotas, los suelos
que se encuentran en posición de altillanura, en tiempo de verano se ha
llan sujetos a desecación intensa, al punto que la vegetación (pastos) se
seca por completo, debido a la carencia de agua aprovechable en el horizon
te superficial que es en donde se localiza principalmente la zona radicu
lar; este hecho constituyó un argumento más a los ya anotados para consi
derar la posibilidad de un régimen ústico. No obstante, investigaciones
tendientes a dilucidar este problema específico serían convenientes. Tam
bién se encontraron regímenes de humedad údico y ácuico bien definidos den
tro de otras posiciones fisiográficas (bajos y esteros).

En base a lo expuesto, los suelos de las Series Hidalguía,
Gaviotas, Jerarquía y Japonesa, se incluyen en el suborden Ustox.

Los suelos correspondientes a las series Arenosa, Miralin
do y Urimica, tienen un nivel freático muy superficial, permanecen satura
dos con agua algún tiempo; durante el año presentan en el horizonte óxi
co algunos moteados indicativos de drenaje pobre; estas característi

cas justifican su agrupación en el suborden Aquox.

Gran grupo y sub-grupo

La serie Macondo es un Tropept con baja saturación de bases (<50% en $\text{NH}_4 \text{OAc}$) entre 25 y 100 cm; bajo contenido de carbón orgánico (<12 Kg/m^2 , a 100 cm) y sin horizonte sómbrico. Estas características sirvieron para colocarlo en el gran grupo Dystropept. A nivel de sub-grupo este suelo se aparta del concepto central o típico por no cumplir los requisitos relacionados con la capacidad de cambio (24 m.e. o más/100 g de arcilla) y por considerarlo dentro de un régimen ústico, se clasificó como Ustoxic Dystropept.

La serie Arenosa tiene un epipedón úmbrico (color, espesor y contenido de materia orgánica); sin plintita a poca profundidad (125 cm de la superficie); sin agregados gravillosos cementados por gibsita, condiciones suficientes para incluirlo en el gran grupo Umbraquox. El sistema carece de sub-grupos; sin embargo, por tener una estructura definida en algunos de los horizontes, característica que no presentan los oxisoles, se la hace intergradar al orden inceptisol. Un caso similar se presentó con las series Macondo y Gaviotas; la serie Arenosa por tener un régimen ácuico intergrada hacia Tropaquept.

Los suelos de las series Miralindo y Urimica tienen un epipedón ócrico, sin fase continua de plintita (125 cm de la superficie) y con texturas más finas que franco-arcillo arenosas, características que corresponden a las establecidas para el gran grupo Ochraqox. El sistema ca

rece de sub-grupo; sin embargo, por tratarse de suelos que se ajustan a las propiedades establecidas dentro del concepto central se consideran para su clasificación como Typic Ochraquox.

En las series Hidalguía, Gaviotas, Jerarquía y Japonesa, se cumplen los requisitos exigidos para el gran grupo Haplustox en lo referente a bases extractables más aluminio extractable ($>1.5/100$ g de arcilla), sin epipedón mólico, baja saturación de bases ($NH_4.OAc < 50\%$). Las series Gaviotas, Jerarquía y Japonesa, tienen un horizonte óxico con estructura blocosa débil a moderada que sirvió para clasificarlas como Typic Haplustox.

Los suelos de las series Jerarquía, Hidalguía y Japonesa presentan horizontes sub-superficiales con concreciones especialmente constituidas por óxidos de hierro (material petroférico), características que no contempla el sistema para el gran grupo correspondiente. En consecuencia se sugiere incluir estos suelos dentro de la denominación de "Ferriustox" a fin de destacar a nivel de gran grupo esta característica genética tan importante (Cortés, et al, 1972).

Familia

En la clasificación a nivel de familia se tuvo en cuenta la clase textural, el régimen de temperatura y la composición mineralógica cuando fue del caso utilizarla. Sobre esta base el agrupamiento de los suelos es el siguiente:

Macondo: Franco grueso, silíceo, isohipertérmico, Ustoxic Dystropept.

Arenosa : Franco fino, silíceo, isohipertérmico, Tropaqueptic Umbracquox
Miralindo: Arcilloso, caolinítico, isohipertérmico, Typic Ochraquox
Urimica : Arcilloso, caolinítico, isohipertérmico, Typic Ochraquox
Hidalguía: Franco fino, silíceo, isohipertérmico, Typic Haplustox
Gaviotas : Arcilloso, caolinítico, isohipertérmico, Tropeptic Haplustox
Jerarquía: Arcilloso, caolinítico, isohipertérmico, Tropeptic Haplustox
Japonesa : Franco grueso, silíceo, isohipertérmico, Tropeptic Haplustox

TABLA 7. Características de Diferenciación para la Taxonomía.

Serie	Epipedon	Horizonte diagnóstico	Horizonte	Profundidad cm	CIC _{pH7} x100 %Ar	CIC _{ex100} %Ar	Contenido de micas rayos x				Arcilla dispersable en H ₂ O%	Límite y topografía entre sub-horizontes.
							<0.2 μ	0.2-2 μ	>2 μ	<2 μ		
GAVIOTAS PG-16	Ocrico	Oxico	B 1	17-35	9.5	3.2	-	tr	n.d	3.5	1.0	difuso plano
			B 21	35-47	8.8	2.2	-	tr	n.d	2.4	0.1	difuso plano
			IIB 22	47-70	6.7	2.4	-	tr	n.d	4.4	0.1	difuso plano
			IIB 23	70-150	6.7	0.8	-	tr	n.d	4.2	0.1	-
JERARQUIA PG-17	Ocrico	Oxico	B 1	8-25	14.2	5.4	n.d	n.d	tr	6.3	12.0	abrupto plano
			B 21 cn	25-50	7.7	2.6	n.d	n.d	x	3.6	0.1	gradual ondulado
			B 22 cn	50-100	8.2	3.3	n.d	n.d	x	9.5	0.1	gradual ondulado
			B 23	100-150	8.4	3.9	n.d	n.d	x	11.3	0.1	-
JAPONESA PG-18	Ocrico	Oxico	B 1	10-30	16.0	12.3	n.d	n.d	tr	10.8	5.1	difuso suave
			IIB 21	30-55	16.7	12.2	n.d	n.d	tr	12.5	10.2	abrupto irregular
			IIB 22	55-130	11.7	7.5	n.d	n.d	tr	11.1	0.3	gradual suave
			IIIB 23	130-150	8.8	5.0	n.d	n.d	x	17.0	0.0	-
HIDALGUA PH-1	Ocrico	Oxico	B 1	16-40	12.5	5.0	n.d	n.d	-	3.0	0.1	difuso ondulado
			IIB 21	40-65	10.6	4.4	n.d	n.d	-	4.7	0.2	gradual suave
			IIIB 22	65-90	8.4	3.6	n.d	n.d	tr	6.2	0.2	abrupto suave
			IIIB 23	90-118	8.9	3.6	n.d	n.d	tr	-	0.1	abrupto suave
			IIIB 24 cn	118-150	9.6	3.2	n.d	n.d	x	11.4	0.0	-
MACONDO PG-10	Ocrico	Cámbico	B 1	30-45	13.1	8.4	-	tr	n.d	7.0	10.9	difuso plano
			IIB 21	45-85	21.9	11.2	-	tr	n.d	7.0	0.2	difuso plano
			IIB 22	85-150	8.2	4.7	-	tr	n.d	6.3	0.1	-
URIMICA PU-1	Ocrico	Oxico	B 21	25-45	13.1	4.0	-	tr	n.d	-	0.1	abrupto irregular
			B 22	45-85	12.7	3.7	-	tr	n.d	5.7	0.1	abrupto plano
			B 23	85-170	17.1	6.5	tr	tr	n.d	-	0.1	-
ARENOSA PU-2	Umbrico	Oxico	B 1	15-35	24.3	10.5	n.d	n.d	tr	6.3	2.8	difuso plano
			IIB 21	35-60	16.8	10.4	n.d	n.d	tr	6.3	1.1	abrupto plano
			IIB 22	60-85	15.4	10.3	n.d	n.d	x	8.4	0.1	abrupto plano
			IIIC	85-x	10.0	11.4	n.d	n.d	x	-	0.0	-
MIRALINDO PG-20	Ocrico	Oxico	B 21	20-47	15.3	4.1	n.d	n.d	x	7.5	0.0	gradual irregular
			B 22	47-75	14.4	4.1	n.d	n.d	x	-	0.1	-
			B 23	75-100	11.7	2.9	n.d	n.d	x	8.7	0.0	-

- Observaciones :
- a) Se omiten las columnas que indican minerales meteorizables, textura, estructura y el espesor del horizonte óxico, por cuanto las series presentan propiedades similares así :
 Minerales meteorizables (fracción 20-200 μ): micas 5%, otros minerales (feldespatos, ferromagnesia nos) 3%
 Textura : más fina que franco-arenosa fina
 Espesor : mayor de 30 cm
 Estructura : de suelo y no de roca.
- b) El % que se indica en la columna del contenido de micas corresponde al valor obtenido por análisis químico.
- Convenciones :
 x: presente (2-15%); tr: trazas (<2%); -: no se encuentra; n.d: no determinados; CICe: capacidad de cambio efectiva.

B I B L I O G R A F I A

- ALEXANDER, L.T. and I.G. Cady. 1962. Génesis and Hardening of Laterite in Soils. Soil Conservation Service. United States Department of Agriculture, Washington. Tech. Bull. 1282.
- AUBREVILLE, A. 1965. Conferencias sobre Ecología Tropical. Traducción del francés por D.M. Montoya Maquín. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 74 p. (Mimeografiado).
- BARSHAD, I. 1965. Thermal Analysis Techniques for Mineral Identification and Mineralogical Composition. In Methods of Soil Analysis. Madison, Wisconsin. Series of Agronomy No.9. Part. 1. pp. 699 - 742.
- ✓ BENAVIDES, S.T. 1973. Mineralogical and Chemical Characteristics of some Soils of the Amazonia of Colombia. Ph. D. Thesis. North Carolina State University. Raleigh. pp. 216.
- BENNEMA, J. 1967. Selected Papers in Soil Formation and Classification. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. pp. 72-82.
- ✓ BLAIR, E. 1967. Manual de riego y avenamiento. Instituto Interamericano de Ciencias. Lima, Perú.
- ✓ BLYDENSTEIN, J. 1967. Tropical Savanna Vegetation of the Llanos of Colombia. Ecology. 48 : 1-15.
- BONNAZZI, A. 1963. Factores edáficos que contribuyen a la erosión de un ambiente xerofítico en el alto llano de Venezuela. El arrecife. Separata del boletín de la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Caracas, Venezuela. Tomo 15 (106).
- BRIMMER, R. 1964. Fabric and Mineral Analysis of Soils. John Wiley and Sons. 470 p.
- BUOL, W.S., R.J. MCCracken and F.D. HOL. 1973. Soil Genesis and Classification. The Iowa State University Press, Ames, U.S.A. 347 p.
- ✓ BUSTAMANTE, H. 1969. Determinaciones básicas en el laboratorio de campo para proyectos de riego y drenaje. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Dirección Agrológica. Bogotá.
- CALLE, J., y A. VAN UEXKULL. 1970. La Edafología en Colombia; Desarrollo de la ciencia del suelo y su contribución al progreso nacional. Agr. Trop. 26: 595-639.
- ✓ CANO, M.F. y H. MARIN. 1964. Reconocimiento de suelos de las zonas piloto de horizontes, Florida y Caviona. Programa de Estudios Edafológicos de los Llanos Orientales. FAO. Bogotá. 33 p.

- CEPAL. 1963. Los recursos naturales en América Latina; su conocimiento actual e investigaciones necesarias en este campo. III Los Recursos Forestales. Naciones Unidas. Consejo Económico y Social. Mar del Plata, Argentina. 55 p.
- CERVANTES, OSCAR, A. LEON, S. y G. MARIN, M. 1970. Relaciones entre pH aluminio y materia orgánica en algunos suelos de Colombia. Revista - ICA, Bogotá. 5 (1): 43-64.
- COLEMAN, N.T. y G.W. THOMAS. 1967. The basic chemistry of soil acidity. Soil Acidity and Liming Agronomy. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. 12: 1-41.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. Clasificación de suelos para carreteras. Norma M-307-67.
- _____. 1962. Normas de ensayo para materiales de carreteras. Tomo II.
- ✓ _____ MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. Departamento Nacional de Planeación. Programa de concentraciones de desarrollo rural. Proyecto - No.13. Servicios integrados de desarrollo rural en la margen derecha del río Meta.
- ✓ CORTES, L.A., J. JIMENEZ y J. REY. 1973. Génesis, clasificación y aptitud de explotación de algunos suelos de la Orinoquía y la Amazonía Colombianas. Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.
- DE VILLIERS, J.M., y M.L. JACKSON. 1967. Cation exchange capacity variations eight pH in soil clays. Soil Sci. Amer. Proc. 31: 473-476.
- DEWAN, H.C. y C.I. RICH. 1970. Titration of acid soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 38-44.
- DOUROJEANNI, M. 1968. Consideraciones sobre las interfluencias entre la fauna, su manejo y la Zootecnia, con referencia especial al Perú. 1: 24-50.
- ELBERSEN, W.W.G. 1972. Influencias volcánicas en los Llanos Orientales de Colombia. Ministerio de Obras Públicas, CIAF. Bogotá. 16 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1965. Reconocimiento Edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Informe General. Tomo I. Roma. pp. 14-15.
- _____. 1965. Reconocimiento Edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Tomo II-1 Roma. pp. 1-155.

- _____. 1965. Reconocimiento Edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Tomo II-2. Roma. pp 1-94.
- GARNIER, B. y KUCLER, A. 1961. Delimitation of the humid tropics. Geographical Review. 51 (3): 333-347.
- GAUCUDE, S. 1972. Física de suelos. Edit. Limusa-Wiley S.A., México. 351 p.
- ✓ GOMEZ, D. 1969. Producción de carne en climas medio y cálido de los Llanos Orientales. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Regional 4. Publicaciones Misceláneas No.25.
- GOODLAND, R. 1966. On the Savanna vegetation of Calabozo, Venezuela and Rupununi, British Guiana. Caracas, Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. (10): 341-359.
- GOOSEN, D. 1964. Geomorfología de los Llanos Orientales. Separata de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 12 (46).
- _____. 1971. Physiography and soils of the Llanos Orientales, Colombia. Publications of the International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (I.T.C.). Enschede-The Netherland. Series B. Number 64. 198 p.
- GRASSI, Y CARLOS. 1968. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. Mérida, Venezuela.
- ✓ GUERRERO, R. 1971. Soils of the Colombian Llanos Orientales; Composition and Clasification of Selected Soil Profiles. Ph.D. Thesis, University of North Carolina. Raleigh.
- HAARGREAVES, GEORGE. 1967. Methods for estimating irrigation requirements.
- HAIG, I. 1969. Silvicultura Tropical. Estudios de Silvicultura y Productos Forestales. Colección FAO, Roma. 1 (13): 207.
- HOLDRIDGE, L.R. 1971. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 124 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. 1972. Programa Nacional de Suelos; Informe Anual de Labores. Granja La Libertad, Villavicencio.
- ISRAELSEN, H. 1965. Principios y Aplicaciones del riego.
- JACKSON, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.Y. p 161.

- _____. 1965. Free oxides, hydroxides and amorphous aluminosilicates. In Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. Agronomy series, No.9 Part. I. pp 578-603.
- KAMPRATH, E.J. 1967. Soil Acidity and response to liming. Tech. Bull 4, International Soil Testing series, North Carolina Agro. Exp. Sta., Raleigh.
- _____. 1970. Exchangeable aluminum as a criteria for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 252-254.
- KERR, P.F. 1959. Optical Mineralogy. McGraw-Hill, New York. 442 p.
- KIEL, E.J. y T. KINJO. 1971. Caracterización e interpretación de las propiedades del suelo. Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba. 111 p. (Mimeografiado).
- KITTRICK, A.J. and E.W. HOPE. 1963. A procedure for the particle-size - separation fo soils for x-ray diffraction analysis. Soil Science. 96 (3): 9-325.
- LAMPRECHT, H. 1954. Estudios Silviculturales en los bosques del valle de la Mercury cerca de Mérida. Universidad de los Andes, Mérida. 130 p.
- LAUR, W. 1959. Humide and Aride Jahreszeiten in Africa. In Trall C, and Bortz, F. Bonner Geographicol Geographisehes Institutut, Bonn. (9) : 9-98.
- LEPSCH, I.F. 1973. Genesis, Morphology and Classification of soils in an Oxisol Ultisol topo-sequence in Sao Paulo State, Brazil. M.Sc. Thesis North Caroline State University. Raleigh. 89 p.
- ✓ LOPEZ, U. ARTURO. 1967. Valor nutritivo de pastos naturales en Suelos de Sabana. Día de campo. Pastos y Ganados para los Llanos Orientales. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. La Libertad. Villavicencio. pp 53-55.
- ✓ _____ y H. Chaverria G. 1967. Gramíneas y leguminosas adaptadas a las condiciones del Llano. Día de campo. Pastos y Ganados para los Llanos Orientales. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. La Libertad. Villavicencio. pp 41-52.
- ✓ MALAGON, C.D. 1973. Characterization and Genesis of selected Soils of the Eastern Plains of Colombia. Ph.D. Thesis University of Nebraska.
- MEANS, R.E. y J.U. PARCHER. 1962. Physical properties of Soils. Department of Architectural Engineering and School of Civil Engineering Oklahoma State University. 475 p.

- MEKARU, T. y G. UEHARA. 1972. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36: 296-300.
- MEXICO, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1962. Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Traducido al español por Sánchez N. y otros. Mexico. 172 p.
- SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. 1961. Mecánica de Suelos. 429 p.
- MILNER, H.B. 1952. Sedentary Petrography. Allen and Unwin. London. 715 p.
- MILLOT, G. 1964. Geologie des Argiles. Massons, Editeurs. 120, boulevard Saint-Germain, Paris-VIe. 499 p.
- MONTENEGRO, E. y ESPINAL, L. 1963. Formaciones Vegetales de Colombia; Memoria Explicativa sobre el mapa Ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Agrológico. Bogotá. 201 p.
- MORA, J.J., E. RUBIO, F. GONZALEZ, J. VERGARA, E. MEJIA y N.S. RAUN. 1967. Las razas Cebú, San Martinera y Romosinuana en los Llanos Orientales. Día de campo. Pastos y Ganados para los Llanos Orientales. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, La Libertad. Villavicencio. pp 7-8.
- ROUBAULT, M. 1972. Determination des Mineraux des Roches au Microscope polarisant. Editions Lamarre-Poinat, 4 rue Antoine Dubois, Paris VIe. 365 p.
- SAWNEY, B.L., C.R. FRINK y D.E. HILL. 1970. Components of pH dependent cation exchange capacity. Soil Sci. 109: 272-278.
- SHARMA, M.L. y G. UEHARA. 1968. Influence of Soil Structure on Water - Relations in Low Humic Latosol. S.S.S.A.P. 32: 765-774.
- SCHOFIELD, R.K. y A.W. TAYLOR. 1955. The measurement of the soil pH. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19: 164-167.
- SILVA, M.F., B.M. DE MUÑOZ y L.I. OLARTE. 1973. Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos, 3a. Ed. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Dirección Agrológica, Bogotá. 174 p.
- SMITH y BROWING. 1968. In Gómez A. Conferencias de riegos y drenajes. Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía, Manizales. (Mimeografiado).

- SOIL SURVEY INVESTIGATIONS. 1967. Report 1. Soil Survey Laboratory methods and procedures for collecting soil samples, Soil Conservation Service. U.S., Washington, D.C. 50 p.
- SOIL SURVEY STAFF. 1960. Soil Classification, a Comprehensive System, 7th Approximation. Soil Conservation Service. U.S., Washington, D.C. 207 p.
- _____. 1970. Selected Chapters From the Unedited text of the Soil Taxonomy of the National Cooperative Soil Survey. Soil Conservation Service. U.S., Washington, D.C.
- _____. 1970. Soils Taxonomy of the National Cooperative Soil Survey. U.S.D.A. Soil Conservation Service. Washington.
- _____. 1971. Soil Classification. A comprehensive System, 7th Approximation. U.S. Government Printing Office. Washington D.C.
- SOMBROEK, W.G. 1966. Amazon Soils. A Reconnaissance of the Soils of the Brazilian Amazon Region. Pudoc, Wajeningen.
- ✓ SPAIN, J.M., C.A. FRANCIS, R.H. HOWELER y F. CALVO. 1974. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pastures. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 33 p (Informe mimeografiado).
- TOBON JOSE H. y L.A. LEON, S. 1970. Comparación de varios métodos para determinar requerimientos de cal en algunos suelos colombianos. Revista ICA, Bogotá. 5 (3):307-326.
- ✓ TOQUICA, H. y R. BERNAL. 1964. Reconocimiento de suelos de la zona piloto de Aguas Claras, Meta. FAO. Estudios Edafológicos de los Llanos Orientales, Bogotá, Colombia. 42 p.
- TROLL, C. 1959. Karte der Jaherszeiten-Klinote der Erde. Geographie. 18 (1): 5-28.
- ✓ UEHARA, G. y J. KENG. 1974. Relaciones entre la mineralogía y el manejo de los suelos en América Latina. Trabajo presentado en el Seminario sobre manejo de suelos tropicales. Palmira, Colombia. (Mimeografiado).
- UEIHMEYER, F.J. y A.M. HENDRICKSON. 1948. Soil density and root penetration. Soil Science (65): 487-493.
- U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1971. Guide, for Interpreting Engineering Uses of Soils. 77 p.
- _____. 1971. Manual de Classification de Tierras. 2a. Ed. 5, parte 2.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. 1963. Manual de clasificación de tierras con fines de riego.

VEILLON, S. 1971. Importancia Económico Social de los bosques del Estado Portuguesa. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 122 p. (mimeografiado).

YUAN, T.L. 1959. Determination of exchangeable hydrogen in soils by a titration method. Soil Sci. 88: 164-167.

R E S U M E N

El presente trabajo realizado en el Centro de Desarrollo Integrado "Las Gaviotas", Comisaría del Vichada, a partir del mes de Julio de 1973, es un estudio interdisciplinario en el cual se presenta la cartografía del levantamiento detallado de suelos, la clasificación de las tierras para riegos y drenajes y los resultados de las investigaciones sobre las propiedades físicas, químicas, mineralógicas, micromorfológicas y ecológicas. Igualmente, se hace una discusión del uso y manejo de los suelos para fines agropecuarios, para ingeniería y para explotación forestal.

La zona de estudio está localizada en el municipio de San José de Ocuté, Comisaría del Vichada, Llanos Orientales de Colombia, tiene una extensión de 2.491 Ha, una altura de 167 m.s.n.m. y un clima tropical con períodos de lluvia y de sequía bien definidos. Dista de Bogotá aproximadamente 600 Km por carretera, de los cuales sólo los primeros 150 están asfaltados, los restantes se encuentran en mal estado, los últimos 200 Km corresponden a carreteables formados por una red de caminos o huellas de los vehículos que transitan por la sabana y son prácticamente inutilizables en épocas de lluvias. La aviación comercial tiene programados dos vuelos semanales con aviones tipo DC3.

Esta zona pertenece, en los Llanos Orientales, a la denominada altillanura plana y ligeramente ondulada, interrumpida por una red de esteros con vegetación de bosque de galería; altillanura formada por sedimentos del Terciario Superior y del Pleistoceno.

El Centro cuenta con agua durante todas las épocas del año. El caño Urimica, uno de los que atravieza la zona estudiada, conserva su caudal aún en el verano. También se encuentran los ríos Tamo y Muco, pero están alejados del Centro.

La vegetación actual es de pastos naturales característicos de las sabanas y de bosque de galería propio casi exclusivamente de los esteros.

Es creencia común que los suelos de los Llanos Orientales, a pesar de sus pobres características químicas, tienen propiedades físicas adecuadas para la explotación agrícola. Sin embargo, en la presente investigación se encontró, para el área estudiada, que esta información no es cierta, ya que, en forma general, estos suelos presentan unas condiciones físicas desfavorables para el normal desarrollo de los cultivos,

Las características físicas más sobresalientes son: las texturas franco arenosas a franco arcillosas; las densidades aparentes presentan valores hasta de 1.8 g/cc en algunos casos, lo que indica un alto grado de compactación del suelo; la macroporosidad es baja, mientras que la proporción de microporos es elevada, características que condicionan pobre aireación y alta retención de humedad. La alta estabilidad de la estructura hace pensar que los agregados son el comienzo de la formación de concreciones cementadas por hierro; estos suelos presentan alta capacidad de retención de humedad, pero a tensiones muy bajas (menores de 0.3 bares). La facilidad que presentan los suelos para realizar labores agrícolas es

de regular a buena.

En la parte correspondiente a las propiedades químicas, se hace una discusión de los resultados obtenidos para las 8 series de suelos, en las determinaciones de pH, acidez y bases intercambiables, aluminio de cambio, acidez extractable, capacidad catiónica de cambio, fósforo aprovechable, carbón, nitrógeno, etc. De la discusión se concluye que son suelos ácidos, de alta saturación de aluminio, extremadamente pobres en bases y en fósforo aprovechable y que la carga iónica de estos suelos es dependiente del pH. Se presentan tablas con los resultados analíticos y una breve reseña de la metodología empleada.

En la sección correspondiente a mineralogía y micromorfología, se presentan y discuten los resultados de los análisis mineralógicos de las arenas, de los limos y de las arcillas, efectuados en 8 perfiles correspondientes a las 8 series de suelos de Gaviotas. Se hacen observaciones sobre el origen y el contenido relativo de los diferentes minerales en las distintas fracciones del suelo. La relación zirconio/turmalina da idea sobre posibles discontinuidades litológicas. El estudio micromorfológico de los suelos en secciones delgadas indica algunas características importantes relativas a la fábrica y películas de arcilla, criterio importante utilizado posteriormente en la clasificación de suelos.

En las recomendaciones de uso y manejo se señalan las características que fueron consideradas como limitantes de la explotación agropecuaria, entre las cuales se destaca la alta saturación de aluminio,

la acidez, la pobreza en nutrientes y en materia orgánica, además de las inapropiadas condiciones físicas y morfológicas que mostraron algunos suelos (series Japonesa, Urimica, Miralindo y Arenosa). Se presentan tablas en donde se resumen tales características y se aconsejan las prácticas agronómicas más convenientes para cada suelo.

Del punto de vista de riegos y drenajes estos suelos se pueden dividir en dos grupos: a) los de las partes bajas (Urimica, Arenosa y Miralindo), localizados en los esteros, los cuales son pobremente drenados y están sujetos a inundaciones periódicas en épocas de lluvias. Es en estos suelos en donde deben realizarse las obras de adecuación; b) los de las partes altas, bien drenados, limitados por la baja retención de agua.

En cuanto a las propiedades para ingeniería, tienen en general pobre adaptabilidad como relleno de carreteras y son inadecuados como fuente de arena y grava. Presentan de ligera a moderada limitación para edificaciones, excavaciones poco profundas, rellenos sanitarios y calles locales. Las limitaciones para depósitos de aguas negras y tanques sépticos, son moderadas a severas.

Para el estudio ecológico se consideraron los factores morfológicos, climáticos, edáficos, de uso actual del suelo y las comunidades vegetales, con el fin de conocer los ecosistemas existentes. El clima de la región favorece la vegetación perennifolia. Se observó el grave problema del agricultor migratorio que tala el bosque y practica las quemadas repetidas de la sabana y la caza incontrolada de la fauna selvática. Se des

taca la belleza del paisaje que debería ser cuidada para fomentar el turismo nacional e internacional.

En la sección sobre génesis y clasificación se tratan los aspectos relativos al origen de los suelos en función de los factores pedogenéticos, haciendo énfasis en el fenómeno de pedoturbación por macroorganismos (hormigas y termitas), responsables de un transporte considerable de materiales entre los distintos horizontes. Se hacen comentarios sobre la formación de plántita y de las corazas. La acción antrópica, por efecto de la quema, afecta la capa vegetal con pérdida de elementos minerales y altera la evolución natural del humus. Igualmente se hace una breve discusión sobre el régimen climático del suelo. Los suelos fueron clasificados hasta el nivel de familia empleando el sistema de 7ª Aproximación. La mayoría fue integrada en el orden de los Oxisoles.

/gsdc.

A P E N D I C E

MATERIALES Y METODOS

METODOS PARA LAS DETERMINACIONES FISICAS

Textura

Método de la pipeta. Destrucción de materia orgánica, con H_2O_2 y dispersión con hexametáfosfato de sodio.

Densidad real

Por el picnómetro

Densidad aparente

Método del terrón emparafinado, determinando su volumen por diferencia de peso, en aire y agua. También se halló la densidad aparente usando anillos de volumen conocido para la toma de las muestras en el campo.

Porosidad total

Calculada con base en las densidades real y aparente.

Microporosidad

Calculada por multiplicación de la humedad equivalente por la densidad aparente total (densidad aparente parcial por porcentaje de tierra menor de 2 mm).

Macroporosidad

Diferencia entre porosidad y microporosidad.

Índice de agregación

Se siguió el método de "Tamizado en húmedo" propuesto por Yoder.

Índice de plasticidad

Determinado como la diferencia entre límite líquido y límite plástico.

Humedad equivalente

Las muestras previamente saturadas, se centrifugaron durante media hora, a 1.440 rpm en una centrifuga para humedad equivalente.

Retención de humedad

Los puntos 0.1 - 0.3 y 1.0 se hallaron mediante la olla de presión y los puntos 5.0 - 10.0 y 15.0, se obtuvieron con la membrana de presión. En todos los casos se utilizaron muestras disturbadas.

Humedad aprovechable

Se calculó como la diferencia del contenido de agua entre 0.1 y 15 bares y entre 0.3 y 15 bares. Para expresarla en volumen se multiplicó por la densidad aparente.

Porcentaje de arcilla

La arcilla fue cuantificada en el análisis de pipeta. Ade

más se calculó como el producto de la humedad a 15 bares por 2.5.

Arcilla dispersable en agua

Se determinó agitando una suspensión de suelo en agua, se agitó durante 10 minutos en un agitador recíproco se llevó a un volumen de 1.000 mL y se tomó alícuota como en el método de la pipeta.

Mecánica de suelos

Se utilizaron los métodos seguidos en el Laboratorio de suelos del Ministerio de Obras Públicas.

MÉTODOS PARA LAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Reacción del suelo

El pH potenciométrico del suelo se determinó en agua en la relación suelo agua 1:1. En KCl 1N en la relación 1:1 y en CaCl_2 0.01 M en relación 1:2 (Schofield y Taylor 1955).

Acidez intercambiable

La acidez intercambiable se determinó por extracción con solución de KCl 1N y titulación con NaOH 0.1N en presencia de fenolftaleína. El aluminio intercambiable se valoró con HCl 0.1 en el filtrado anterior después de la adición de solución de NaF al 4% (Yuan 1959).

Acidez extractable

La acidez extractable se determinó con BaCl_2 trietanolami

na a pH 8.2. El valor de la acidez está dado por la diferencia en las ti tu laciones, con HCl 0.2N, entre un blanco y la muestra en presencia de un indicador mixto de bromocresol verde y rojo de metilo (Peech et al 1947 In Soil Survey Investigation Report 1, 1967).

Bases intercambiables

Las bases intercambiables Ca, Mg, Na y K se extrajeron con NH_4OAc normal y neutro. La valoración de Ca y Mg con EDTA y el K y Na por fotometría de llama (Peech et al 1947, Benavides G. 1969 en Métodos - analíticos del Laboratorio de Suelos Instituto Geográfico "Agustín Coda zzi" 1973).

Capacidad catiónica de cambio

Acetato de amonio 1N, pH7. El suelo se saturó con solución de acetato de amonio normal y neutro se dejó en reposo toda la noche y se filtró. Se eliminó el exceso de sal con etanol y el amonio retenido se des plazó con solución acidulada de NaCl al 10%, luego se destiló sobre áci do bórico y se tituló con solución ácida valorada. (Soil Survey Investiga tion Report 1, 1967).

Capacidad catiónica de cambio efectiva

Se calculó por la suma de bases extraídas con acetato de amonio normal y neutro más la acidez intercambiable determinada por extrac ción con solución de KCl 1N.

Capacidad catiónica de cambio por la suma de cationes

Se calculó como la suma de las bases extraídas con acetato de amonio normal y neutro más la acidez extractable determinada con BaCl_2 trietanolamina (Soil Survey 1960. Soil Survey Investigation Report 1, 1967).

Capacidad catiónica de cambio dependiente del pH

Se calculó como la diferencia entre la capacidad catiónica de cambio por suma de bases y la capacidad de cambio efectiva.

Carbón orgánico

Se determinó por el método de Walkley Black (Soil Survey Investigation Report 1, 1967). Se utilizó el factor de recuperación 1.33.

Nitrógeno total

Se utilizó el método de Kjeldahl (Soil Survey Investigation Report 1, 1967).

Fósforo disponible

Se determinó por el método de Bray II utilizando solución extractora de HCl 0.1N y NH_4F 0.103N. El fósforo se determinó colorimétricamente como fosfomolibdato (Bray y Kurtz 1945 citado por Jackson 1958).

METODOS PARA LAS DETERMINACIONES MINERALOGICAS Y MICROMORFOLOGICAS

Mineralogía de arenas

Se utilizaron 2g de la fracción de arena de tamaño comprendido entre 50 y 200 micras, proveniente del análisis mecánico de los suelos. Las arenas no recibieron tratamiento especial en cuanto a remoción de óxidos de hierro.

La separación de minerales livianos y densos se efectuó en bromoformo (D-2.84) utilizando un embudo de separación. Los minerales de la fracción densa, una vez lavados con alcohol y en estado seco, se montaron en preparaciones permanentes utilizando bálsamo del Canadá (I.R.1.54) Los minerales livianos se lavaron también con alcohol y secos se examinaron en preparaciones flotantes en líquidos de índice de refracción conocido.

El examen de los minerales se llevó a cabo en el microscopio petrográfico en base a las propiedades ópticas que cada una de las especies mineralógicas presentan (Kerr 1959; Milner 1952).

Los resultados del examen de los minerales livianos se expresan en porcentaje de granos transparentes en la fracción liviana; los minerales densos se expresan en porcentaje de granos transparentes y los opacos en porcentaje de granos totales en la fracción densa.

En algunos de los suelos estudiados se pesaron los minerales livianos y densos, separados con bromoformo; los resultados se expre

san en porcentaje de la fracción arena (50-250 micras).

Mineralogía de limos y arcillas

En los suelos de las series Gaviotas, Macondo y Urimica se separaron cuatro fracciones a saber: 50-20, 20-2, 2-0.2, y 0.2 micras. El tratamiento de los suelos y la separación de las diferentes fracciones se efectuó según la técnica de Kittrick y Hope (1963).

En las series Miralindo, Jerarquía, Hidalguía, Japonesa y Arenosa, se utilizaron únicamente las fracciones de 50-2 y 2 micras.

El examen de limos y arcillas se llevó a cabo para todos los suelos por rayos-x; en algunas muestras se completó la información mediante el análisis térmico diferencial y la prueba de Fieldes.

Los limos se examinaron por rayos x en muestra saturada con Na y sin orientar. Las arcillas se examinaron en muestra orientada - previamente saturada con Mg (examen directo y con glicerol) y con K, para el examen por rayos x de la muestra, después de calentarla durante 2 horas a 550 grados centígrados.

Los resultados del análisis por rayos x son semicuantitativos, con base en el tamaño de los picos de difracción. Para facilitar la expresión de los resultados se utilizaron símbolos para los minerales y números para indicar la cantidad relativa de cada mineral.

El análisis térmico diferencial se llevó a cabo en la ar

cilla total (menor de 2 micras), sin tratamiento para remoción de hierro libre; se mezclaron 0.3 g de arcilla con 0.3 g de material inerte (caolin quemado a 1000 grados centígrados). La mezcla se colocó en un aparato de fabricación alemana, provisto de horno de calentamiento, aparato de control automático y registro fotográfico. El calentamiento fue progresivo de 20 a 1000 grados centígrados, a una rata de calentamiento de 10 grados centígrados por minuto.

Micromorfología

El estudio micromorfológico se llevó a cabo en secciones delgadas de muestras sin disturbar procedentes de algunos horizontes y siguiendo las técnicas de preparación de Jongerius (1964) y el sistema de interpretación propuesto por Brewer (1964).

Material no cristalino

Prueba de Fieldes (Soil Survey Staff, 1967) pH de 1 g de suelo en 50 mL de NaF 1N después de 2 minutos.

Determinación de potasio total

Por fusión en CaCO_3 (Silva et al., 1963) para el cálculo - del porcentaje de micas presente en la arcilla (1 m.e. K_2O = 10% de micas

METODOS PARA CLASIFICACION DE TIERRAS CON FINES DE RIEGOS Y DRENAJES

Para la evaluación sistemática de un proyecto de riego y la posterior clasificación de sus tierras con fines de regadío, es necesa

rio establecer una serie de parámetros que expresen las calidades del suelo en su estado natural. Los parámetros incluyen las características morfológicas, físicas, químicas, biológicas y sus relaciones.

Para el presente estudio se hicieron las siguientes determinaciones: velocidad de infiltración, permeabilidad con muestras alteradas y sin alterar, densidad aparente, retención de humedad, granulometría y fluctuaciones del nivel freático.

Infiltración

Cilindros concéntricos

Se utilizaron cilindros metálicos de 30 y 45 cm de diámetro y 40 cm de altura. Se registraron lecturas cada minuto o cada dos, durante los primeros 15 minutos, luego cada 5, 15 y 30 minutos por un período de 4 horas.

Las gráficas de infiltración se dibujaron en papel semilogarítmico, en base a la lámina acumulada (en mm) en cada intervalo de tiempo (en minutos) y se obtuvieron líneas rectas que pueden expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$I = KT^n = L$$

siendo:

T = tiempo

K = distancia del origen a la intercepción
de la recta con la ordenada

n = pendiente

Derivando la ecuación $L = KT^n$ en relación con el tiempo se obtiene: $I = nKT^{n-1}$ que corresponde a la infiltración instantánea.

Permeabilidad (conductividad hidráulica K)

Hay métodos de laboratorio y de campo, para medir la permeabilidad de los suelos. Para el presente estudio, se determinó en el laboratorio sobre muestras indisturbadas y muestras disturbadas, siguiendo el método de los parámetros de carga constante, (llamado así porque el agua se mantiene a un mismo nivel durante toda la prueba).

Las características del permeámetro varían según el tipo de muestras usadas.

Para la evaluación se tomaron los límites propuestos por el US Soil Conservation Service 1948, basados en la textura y condiciones del perfil, comportamiento físico, estructura, color y moteados.

Calidad del agua

La clasificación de las aguas para riego se hizo de acuerdo al manual "Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos de los Estados Unidos".

Evapotranspiración

Se calculó mediante los datos de evaporación del tanque ti

po A, suministrados por la estación de Meteorología e Hidrología "Las Gaviotas". Algunos datos se calcularon siguiendo el método propuesto por Haargreaves George, 1967.

Para convertir los datos de evaporación a evapotranspiración se multiplica por el coeficiente 0.85 (Grassi y Carlos, 1968).

Demanda de agua y dotación de riego

La pérdida de agua por evapotranspiración se recupera con el agua de precipitación o con la de riego. Para el primer caso se tiene en cuenta la precipitación efectiva y en el segundo caso, la eficiencia de riego.

Precipitación efectiva

Se tomó el 60% de la precipitación total (P_t), como precipitación efectiva (P_e).

Eficiencia total de riego

La eficiencia total de riego (E_i), es el producto de la eficiencia de conducción y la eficiencia de aplicación; para la zona se asumió el 60%.

Dotación bruta de riego (DB)

Se calculó estableciendo la diferencia entre la precipitación efectiva (P_e) y la evapotranspiración (E_t) $Db = P_e - E_t$.

Dotación efectiva de riego (De)

Es la relación que existe entre la dotación bruta (Db) y la eficiencia total (Ei)

$$De = \frac{Db}{0.60 Ei}$$

La dotación efectiva se expresa como lámina de agua (mm) y en volumen por Ha (m^3/Ha) y como caudal por Ha (L/s/Ha).

Balance hídrico

Se calculó para cada una de las series, siguiendo el método propuesto por Thornthwaite, que tiene en cuenta la evapotranspiración, la precipitación efectiva y la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos.

Clasificación

Se hizo con base en el "Manual de clasificación de tierra con fines de riego de los Estados Unidos" (U.S. Department of the interior, 1963).

Una vez efectuada la clasificación sobre la fotografía aérea 1:10.000, se procedió a pasar las líneas a planchas restituidas a escala 1:20.000.

En este mapa aparecen las clases y subclases de tierra.

Símbolos cartográficos

Las clases aparecen en el mapa con líneas continuas y las

subclases con líneas punteadas. Cada unidad o clase está representada por medio de un quebrado. En el numerador aparece la clase de tierra y las deficiencias por suelo y drenaje. En el denominador la clase textural, productividad, el costo de desarrollo, adecuación y drenabilidad. Fuera del quebrado aparece un símbolo que indica deficiencia ya sea por capa endurecida (k), textura gruesa (V) o por inundación (F).

Ejemplo: 5Y $\frac{3Sd}{P33Y}$ F)

5Y = clase potencial por fertilidad

3 = indica la clase a la cual pasaría después de la adecuación

S = deficiencia de suelo por fertilidad

d = deficiencia en drenaje

En el denominador se tiene:

P = clase textural pesada

3 = productividad baja

3 = costo de desarrollo alto

Y = drenaje restringido

Fuera del quebrado:

F = inundabilidad

Las características representadas por símbolos en la fórmula pueden variar como sigue (se indica la letra o el número que se utilizó)

zan en la fórmula):

Clase de tierra: 1, 2, 3, 4, etc.

Clase potencial : 1, 2, 3, 4, etc.

Clase textural : P = pesada

M = mediana

S = muy liviana

Drenabilidad : X = buena

Z = pobre

Inundación: F = ocasional

Otras : K = capa endurecida

V = textura gruesa

DESCRIPCION DE LOS PERFILES DE LAS SERIES DE SUELOS

Morfología del perfil (PG-16) serie GAVIOTAS

Localización: 1.500 m al noroeste del campamento de Gaviotas

Fotografía aérea: M-1325-32890

Describieron: P. Faivre, E. Ruiz y J. Morello

Fecha: Julio 23 de 1973

- 00 - 07 cm Pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo; con pedotúbulos gruesos y medios, rellenos con material de colores pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2), amarillo y rojo; arcillosa; bloques subangulares finos, débilmente desarrollados; localmente, los bloques son gruesos y medianos; frecuentes poros me dios y finos; localmente, abundantes raicillas finas; bue na actividad biológica; pH 4.7; límite gradual y plano.
- A1
- 07 - 17 cm Pardo amarillento oscuro (10YR3/4); presencia de pedotúbu
- A3 los rellenos de material de color gris muy oscuro (10YR3/1), en húmedo; arcillosa; bloques subangulares finos, débiles; friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; sin gravilla ni concreciones; frecuentes poros medios y finos; raicillas finas y muy finas; notable actividad biológica; pH 4.9; límite gradual y plano.
- 17 - 35 cm Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; arcillosa; bloques sub
- B1 angulares, medios, débiles; friable, pegajosa y plástica;

pedotúbulos medios, frecuentes, llenos de material pardo grisáceo oscuro (10YR4/2). Crotovinas pequeñas, del mismo material de la matriz. Hay zonas endurecidas del mismo material; buena actividad biológica; frecuentes poros finos, abundantes poros muy finos; regular contenido de raicillas finas de gramíneas; pH 5.1; límite difuso y plano.

35 - 47 cm

B21

Pardo fuerte (7.5YR5/8) en húmedo; arcillo limosa; bloques subangulares, medios, débiles; friable, muy pegajosa y plástica; escasos pedotúbulos llenos de material grisáceo. Crotovinas del mismo material de la matriz, lo mismo que zonas endurecidas; notable actividad biológica (hormigas); poros finos y muy finos, frecuentes; raíces finas de gramíneas; pH 5.2; límite difuso y plano.

47 - 70 cm

IIB22

Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo; arcillosa; friable, pegajosa y plástica; bloques subangulares y angulares finos y fuertes, con sobre-estructura gruesa y media del mismo tipo, débil; pedotúbulos medios, escasos, de color grisáceo. Existen zonas de 5 a 10 cm de diámetro, de color amarillento y más blandas que la matriz, en forma de cavidades rellenas; crotovinas con diámetro de 0.5 a 1.0 cm, más duras y de color más oscuro que la matriz, pero del mismo material; posibles cutanes de arcilla, zonales, muy finos; poros finos, frecuentes; poros medios, escasos; raíces y raicillas finas, muy escasas; pH 5.3; límite difuso

y plano.

70 - 150 cm Rojo (2.5YR4/8) en húmedo; hay zonas de color rojo amarillento (5YR5/8), con diámetro de 10 a 15 cm bien separadas o contrastantes con la matriz; arcillosa; bloques subangulares, finos, fuertes; con sobre-estructura del mismo tipo y gruesa; friable, pegajosa y ligeramente plástica; pedotúbulos frecuentes, grisáceos, medios presentes en las zonas de material blando; sin gravillas ni concreciones; posibles cutanes de arcilla, muy finos, zonales y visibles en las cavidades de algunos poros; escasos poros finos, raíces y raicillas muy escasas; pH 5.9.

150 - X cm Arcilloso, análogo al horizonte anterior.

IIB24

Morfología del perfil (PG-17) serie JERARQUIA

Localización: Centro Las Gaviotas, 600 m al sur del caño Urinica y a 3 km al Este de las casas de la finca

Fotografía aérea: M-1325-32890

Describieron: L. Mehu, J. Morello y C. Ibarra

Fecha: Septiembre 26 de 1973

00 - 08 cm Pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo; con pocas manchas finas pardo amarillentas, de contorno claro; franca; estructura granular, con tendencia a bloques subangulares finos, me

dios, débiles; muy friable, no pegajosa y ligeramente plástica; abundantes poros muy finos, frecuentes poros medios, tubulares; fuerte actividad biológica; abundantes raicillas finas y muy finas; pH 4.9; límite claro y plano.

- 08 - 25 cm Pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo, con 20% de manchas
 B1 finas, claras, de color pardo oscuro (10YR3/3) y 15% de
 manchas finas, claras de color oliva (5Y5/8); franco arcil-
 llosa; bloques subangulares finos y medios, moderados; fri-
 able, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; abundan-
 tes poros finos y muy finos, tubulares; escasas concrecio-
 nes duras de hierro y manganeso; alto contenido de pedotú-
 bulos de color pardo oscuro; pH 5.1; límite abrupto y pla-
 no.
- 25 - 50 cm Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo, con manchas abundan-
 B21cn tes (más de 25%), de color amarillo oliva, finas y de con-
 torno claro; escasas manchas finas, de color pardo oscuro
 (10YR3/3), escasas manchas finas y medias, de color pardo
 amarillento (10YR5/6); franco arcillosa muy gravillosa, es-
 ta textura se refiere a la matriz que contiene las concre-
 ciones, bloques subangulares, finos, medios y débiles; li-
 geramente pegajosa y ligeramente plástica; abundantes po-
 ros muy finos, escasos poros medios y finos, tubulares. Hay
 un alto porcentaje de concreciones de hierro y manganeso
 (70-80%), de color rojo oscuro (5R2/6). El tamaño de las

concreciones puede variar de 5 hasta 30 mm de diámetro , son de forma irregular; pedotubulos pequeños, escasos, de color pardo oscuro; alta actividad biológica; raicillas co munes; pH 5.5; límite gradual y ondulado.

50 - 100 cm Rojo (2.5YR4/8) en húmedo, con más de 20% de manchas pro
 B22cm minentes, finas, medias, de color amarillo oliva (2.5Y6/6); franco arcillosa; bloques subangulares, medios y finos, mo derados; friable, pegajosa y plástica; abundantes poros fi nos y muy finos; escasos poros medios, tubulares; escasas concreciones duras de hierro; regular cantidad de concre ciones blandas del mismo material, de color rojo y hasta de 3 cm de diámetro. Estas concreciones contienen alto por centaje de granos de cuarzo, finos y muy finos, algunos de estos granos son de tamaño mediano; escasos pedotubulos re llenos de material de la superficie del perfil; escasos ma croorganismos; raicillas, medias y finas, escasas; pH 5.7 ; límite gradual y ondulado.

100 - 150 cm Rojo (2.5YR4/8) en húmedo; arcillosa; bloques subangulares,
 B23 medios y finos, moderados; friable, ligeramente pegajosa y plástica; abundantes poros finos, tubulares; comunes pe dotubulos gruesos, color pardo amarillento (10YR5/6) y es casos pedotubulos finos de color pardo oscuro, rellenos de material de los horizontes superiores; se observan también otros pedotubulos finos de color amarillo oliva; escasos

puntos negros de manganeso o de materia orgánica. Es notable la actividad biológica de este horizonte, primero por la presencia de diferentes tipos de pedotúbulos, segundo por la presencia de cuevas de macroorganismos: hormigas, lombrices y termitas, que depositan material orgánico de la superficie del perfil. En este horizonte también aparecen las concreciones blandas del cuarto horizonte, lo mismo que escasas concreciones duras de hierro y manganeso ; pH 5.7.

Morfología del perfil (PG-18) serie JAPONESA

Localización: al extremo Sureste del campamento del Centro Las Gaviotas

Fotografía aérea: M-1325-32890

Describieron: J. Morello, L. Mehu y C. Ibarra

Fecha: Septiembre 26 de 1973

00 - 10 cm 60% de pardo amarillento oscuro (10YR4/4), 40% de pardo amarillento (10YR5/6); franco arenosa; granular, con tendencia a bloques subangulares, finos y débiles; muy friable, no pegajosa, ni plástica; abundantes poros muy finos, poros medios y gruesos, escasos; se observa una gran actividad biológica; abundantes pedotúbulos de color pardo oscuro (10YR3/3); escasas y pequeñas concreciones pisolíticas; macroorganismos abundantes, raicillas finas, abundantes; pH 4.7; límite gradual, suave.

- 10 - 30 cm Pardo fuerte (7.5YR5/8), con manchas amarillo oliváceas
B1 (5Y6/6); franco arenosa; estructura con tendencia a bloques
subangulares, medios, débiles; muy friable, no pegajosa ni
plástica; poros finos y muy finos, abundantes; frecuentes
poros medios, escasos poros gruesos; presencia de pedotú-
bulos de color pardo oscuro (10YR3/3); algunos poros me-
dios son vesiculares; muy escasas las concreciones de hie-
rro, finas y medias; se observa buena actividad biológica;
macroorganismos abundantes; raicillas finas, abundantes;
pH 4.8; límite difuso, suave.
- 30 - 55 cm Rojo amarillento (5YR5/8), con manchas amarillo-oliváceas
IIB21 (5Y6/6); franco arenosa; estructura con tendencia a blo-
ques subangulares medios, débiles; muy friable, no pegajo-
sa, ligeramente plástica; poros finos y muy finos, abundan-
tes; medios, frecuentes; se nota aún más la actividad bio-
lógica por la abundancia de poros; regular cantidad de con-
creciones de hierro, pedotúbulos de color pardo oscuro
(10YR3/3); hay presencia de granos finos de cuarzo, de co-
lor blanco. Las raicillas son escasas y finas; pH 5.0; lí-
mite abrupto, irregular.
- 55 - 130 cm Rojo amarillento (5YR5/8), con manchas amarillo-oliváceas
IIB22 (5Y6/6) gruesas, prominentes; franco arenosa; bloques sub-
angulares medios y finos, moderados, con tendencia a la
formación de sub-estructura granular; friable, ligeramen-

te pegajosa, ligeramente plástica; abundantes poros finos y muy finos; presencia de concreciones de forma irregular, de diámetro variable, poros finos y muy finos abundantes; pH 5.2; límite gradual, suave.

130 - 150 cm Rojo (2.5YR5/8) con manchas amarillo-oliváceas (5Y6/6) ;
 IIIB23 franco arenosa; bloques subangulares, finos y medios, mo
 derados; friable, ligeramente pegajosa, ligeramente plás-
 tica; poros finos y muy finos, abundantes; poros gruesos,
 escasos; existen también concreciones de color rojo muy os
 curo (5R2/4); macroorganismos muy escasos; raicillas esca
 sas; pH 5.3.

Morfología del perfil (PH-1) serie HIDALGUA

Localización: 3 km al Este del campamento del Centro Las Gaviotas

Fotografía aérea: M-1325-32890

Describieron: J. Morello, L.Mehu y C. Ibarra

Fecha: Septiembre 25 de 1973

00 - 16 cm 70% de pardo amarillento oscuro (10YR3/4) y 30% de rojo
 A1 amarillento (5YR5/8), manchas grises verdosas (5GY5/1); -
 franco arenosa; bloques subangulares medios y finos, débi
 les; no pegajosa, ligeramente plástica; abundantes poros
 finos, tubulares, frecuentes poros medios, tubulares; abun
 dantes pedotubúlos de color negro (2.5Y2/1); macroorganis-
 mos abundantes. Hay presencia de cuevas de lombrices y hor-

na de cuarzo y pedotúbulos; poros finos y muy finos, abundantes; macroorganismos regulares a escasos; no hay raicillas; pH 5.4; límite abrupto, suave.

- 90 - 118 cm Rojo oscuro (2.5YR3/6); arcillosa; bloques subangulares medios, finos, débiles; no pegajosa, ligeramente plástica; presencia de concreciones duras de color rojo muy sucio (5R2/4), de tamaño que varía de 5 a 10 mm; abundantes gravillas muy finas de cuarzo; no hay macroorganismos, ni raicillas; pH 5.4; límite abrupto y suave.
- IIIB23
- 118 - 150 cm Rojo oscuro (2.5YR3/6); franco-arcillo arenosa; tendencia a bloques subangulares medios y finos, débiles; ligeramente pegajosa, ligeramente plástica; poros finos frecuentes, muy finos, abundantes; pedotúbulos de color pardo fuerte (7.5YR5/6) y abundante gravilla de cuarzo blanco y de concreciones de hierro, no hay macroorganismos ni raicillas; pH 5.6.
- IIIB24cn

Morfología del perfil (PG-10) serie MACONDO

Localización: 600 m al Noroeste del campamento Las Gaviotas y a 400 m del puente sobre el caño Urimica

Fotografía aérea: M-1325-32890

Describieron: P. Faivre, E. Ruíz y J. Morello

Fecha: Junio 21 de 1973

- 00 - 10 cm Pardo oscuro (10YR3/3), con 20% de manchas pardo amarillentas (10YR5/6); franco arenosa; bloques subangulares, gruesos y débiles; friable, no pegajosa, ni plástica; presencia de granos de cuarzo oscuros; pedotúbulos llenos de materia orgánica de color negro; frecuentes poros medios; abundantes, raicillas finas y muy finas de gramíneas; abundantes macroorganismos: hormigas, lombrices; pH 4.7; límite difuso y plano.
- 10 - 30 cm Pardo amarillento oscuro (10YR4/4) en húmedo; franco arenosa; bloques subangulares, gruesos, débiles; friable, no pegajosa, no plástica; 30 a 40% de manchas negras, de tamaño mediano y grueso; abundantes granos de cuarzo blancos pequeños y brillantes; frecuentes pedotúbulos rellenos de materia orgánica percolada de la superficie, por acción mecánica debida a los macroorganismos: lombrices, hormigas y termitas; frecuentes poros medios; abundantes poros finos; abundantes raíces y raicillas de gramíneas, en todo el horizonte; pH 4.6; límite gradual y plano.
- 30 - 45 cm Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo, con manchas grises, pedotúbulos llenos de materia orgánica de color pardo oscuro; franco arenosa, bloques subangulares gruesos y débiles; friable, ligeramente pegajosa, no plástica; granos de cuarzo con revestimiento de arcilla; frecuentes poros gruesos y abundantes poros medios y finos; no se observan reves

timientos en sus paredes; escasas y pequeñas concreciones de hierro, con diámetro de 2 a 5 mm, color rojo oscuro ; frecuentes raicillas de gramíneas y escasos macroorganismos; pH 4.7; límite difuso y plano.

45 - 85 cm IIB21 Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo, con manchas pardo amarillentas oscuras (10YR4/4), escasas, finas y difusas; franco arenosa; bloques subangulares, gruesos y débiles ; friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes pedotúbulos llenos de material orgánico de la superficie, gruesos y medios; pocos poros gruesos, pero abundantes los finos y medios; escasas raicillas y raíces; pH 4.9; límite difuso y plano.

85 - 150 cm IIB22 Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo, con pocas manchas grandes, rojas (2.5YR4/8) y escasas de color pardo a pardo oscuro (10YR4/3) y de color pardo amarillento (2.5Y6/4); franco arenosa; bloques subangulares gruesos y moderados; friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; abundantes poros medios y finos; escasas gravillas de cuarzo; escasas raicillas finas; pH 5.0.

Morfología del perfil (PU-1) serie URIMICA

Localización: 80 m de la intersección del cerco que limita con la finca Tenampa y el caño Urimica; en el encierro 5 de la finca Gaviotas.

Fotografía aérea: M-1325-32890

Fecha: Septiembre 19 de 1973

- 00 - 15 cm Negro (N2); arcillosa; estructura granular; friable, no pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos; abundantes raicillas y macroorganismos; pH 4.2; límite gradual, plano.
- A1
- 15 - 25 cm Pardo grisáceo oscuro (10YR4/2), combinado con pardo a pardo oscuro (7.5YR4/4) en un 30% aproximadamente; este color es debido a la presencia de venas que se presentan en todas las direcciones del perfil; las manchas son finas y medias, tenues; arcillo limosa; bloques subangulares, débiles, medios; friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; poros finos frecuentes, de color pardo a pardo oscuro; abundantes raicillas finas; pH 4.3; límite difuso y plano.
- A3
- 25 - 45 cm Color de la matriz pardo amarillento (10YR5/8) combinado con pardo amarillento claro, manchas pardas (40%) y rojas (20%). Presencia de concreciones duras, finas y grandes, de color pardo rojizo oscuro (2.5YR2/4) y otras de color rojo (2.5YR4/6), abundantes y blandas; arcillo limosa; bloques subangulares, medios, débiles; friable, abundantes - poros finos y muy finos; abundantes pedotúbulos, llenos de material negro; raicillas, comunes; pH 5.1; límite abrupto
- B21

e irregular.

45 - 85 cm Pardo amarillento (10YR5/6) con vetas de color pardo amarillento claro (10YR6/4) en 40% y manchas medianas (10%)
B22 prominentes, de color rojo (2.5YR4/8). Existen concreciones abundantes de ese mismo color rojo, son blandas y - otras duras de 2 a 20 mm de diámetro; arcillo limosa; bloques subangulares, finos y débiles; friable, pegajosa y plástica; abundantes poros finos; frecuentes pedotúbulos, llenos de material gris; escasas raicillas; pH 5.2; límite abrupto y plano.

85 - 170 cm Color de la matriz pardo pálido (10YR6/3); arcillo limosa.
B23 Es un estrato constituido por abundantes zonas endurecidas a manera de concreciones, de textura arcillosa de color pardo rojizo (5YR2/2), con puntos muy finos de color rojo (2.5YR5/6). Las concreciones o zonas duras tienen un diámetro que varía entre 1 y 15 cm, son de forma irregular; se encuentran recubiertas por la matriz de las características citadas. Existen escasas manchas muy finas, alargadas, de color amarillo (10YR7/8); pH 5.1.

Morfología del perfil (PU-2) serie ARENOSA

Localización: extremo Este del Centro Las Gaviotas a 80 m de la intersección de los caños Urimica y Gaviotas

Fotografía aérea: M-1325-32890

Fecha: Septiembre 20 de 1973

- 00 - 15 cm Negro (10YR2/1), con abundantes manchas finas y muy finas,
 A1 de color (7.5YR4/4) pardo a pardo oscuro; estructura gra
nular fina; franca; no pegajosa y no plástica; abundantes
 raicillas finas; poros finos frecuentes; escasos poros me
dios; en los canales de las raicillas se presentan muchas
 manchas rojizas; granos finos de cuarzo de coloración ama
rillenta; pH 4.9; límite difuso, plano.
- 15 - 35 cm Gris muy oscuro (10YR3/1) con manchas de raicillas oxida
 B1 das de color pardo a pardo oscuro, con abundantes manchas
 finas prominentes; franco arenosa; sin estructura, consis
tencia muy friable, no pegajosa y ligeramente plástica ;
 frecuentes poros medios; abundantes poros finos; muchos
 granos de cuarzo finos y opacos; raicillas abundantes; pH
 4.7; límite difuso y plano.
- 35 - 60 cm Pardo grisáceo (10YR5/2), con abundantes manchas finas y
 IIB21 muy finas de color pardo amarillento (10YR5/8) y (10YR5/6),
 las manchas son debidas a la oxidación de las raíces en sus
 canalículos, son manchas comunes, finas y claras; franca;
 sin estructura (masiva); pegajosa y ligeramente plástica;
 abundantes raicillas; frecuentes poros finos; pocos poros
 gruesos, manchas amarillas a lo largo de los canales de las
 raicillas; pH 4.7; límite abrupto, plano.

60 - 85 cm Pardo grisáceo (2.5Y5/2), con manchas finas, comunes y pro
 IIB22 minentes de color pardo fuerte (7.5YR5/6). Las manchas son
 debidas a la oxidación de las raicillas en sus canaliculos;
 franco arcillosa; ligera tendencia a bloques subangulares;
 frecuentes poros medios; pocos poros gruesos; abundantes
 poros finos; friable, pegajosa y plástica; raicillas comu
 nes; manchas amarillas a lo largo de los canaliculos de
 las raíces; muy pocas concreciones de hierro, con diáme
 tro hasta de 10 mm; granos de cuarzo finos opacos; pH 4.8;
 límite abrupto y plano.

85 - X cm Pardo muy pálido (10YR7/3), con manchas en más de 30% de
 IIIC color rojo (2.5YR5/6), grandes y prominentes. Los colores
 se tomaron en mojado; franco arenosa, consistencia suelta
 la arena es cuarzosa; escasas raicillas. A partir de los-
 250 cm de profundidad aparece un estrato franco arenoso ,
 de colores rojo (2.5YR4/8) y pardo pálido (10YR7/4); pH 4.7.

Morfología del perfil (PG-20) serie MIRALINDO

Localización: 2 km al Noroeste del aeropuerto de Gaviotas

Fotografía aérea: M-1325-32890

Describieron: J. Morello, L. Mehu, C. Ibarra

Fecha: Octubre 4 de 1973

00 - 10 cm Pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2), con manchas rojo ama
 Al rillentas (5YR4/6) y gris azulosas oscuras (5B4/1); arci

- llosa, bloques subangulares, finos y medios; firme, no pegajosa y ligeramente plástica; abundantes poros finos y muy finos; regular actividad de los macroorganismos; abundantes raicillas muy finas y escasas raicillas finas; pH 4.9; límite claro, plano.
- 10 - 20 cm Pardo amarillento oscuro (10YR4/4), con manchas rojo amarillentas (5YR4/8); arcillosa; bloques angulares, medios y finos, moderados; friable, ligeramente pegajosa, plástica; abundantes poros finos y muy finos. Abundantes pedotúbulos con revestimientos de color pardo grisáceo muy oscuro, regular actividad de los macroorganismos; raicillas muy finas, abundantes; finas escasas; se observan grietas de aproximadamente 5 mm de ancho desde la superficie; pH 4.9; límite gradual, plano.
- A3
- 20 - 47 cm Pardo amarillento (10YR5/4), con manchas rojo amarillentas (5YR5/8) y gris verdosas (5BG5/1); arcillosa, bloques subangulares bien definidos, finos, medios y firmes; friable, pegajosa y plástica; abundantes poros muy finos; se observan revestimientos en los canales de las raíces, posiblemente de películas de arcilla. Hay escasas concreciones de hierro de color rojo; macroorganismos escasos; raicillas muy finas abundantes; pH 5.0; límite gradual e irregular.
- B21
- 47 - 75 cm Rojo amarillento (5YR5/6) con manchas pardo amarillentas

- B22 (10YR5/6); arcillosa; bloques subangulares medios, finos y gruesos, moderados; friable, pegajosa y muy plástica; frecuentes poros medios, abundantes finos; macroorganismos es escasos; raicillas muy finas y finas, escasas; pH 5.0.
- 75 - 100 cm B23 La observación de este horizonte se hizo con barreno debido a la presencia de agua. Pardo fuerte (7.5YR5/6), con manchas rojo amarillentas (5YR5/6); hay presencia de concreciones de color rojo oscuro (10R3/6) a profundidad de 130 cm estas van aumentando a medida que se profundiza; arcillosa; pH 5.2

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO

TABLA 8 Análisis granulométrico.

Serie	Horizonte	Profundidad	% Arena		
			2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.2
GAVIOTAS PG-16	A 1	0-7	0.16	0.52	1.31
	A 3	7-17	0.03	0.38	1.38
	B 1	17-35	0.07	0.23	1.10
	B 21	35-47	0.07	0.21	1.15
	IIB 22	47-70	0.02	0.16	0.92
	IIB 23	70-150	0.02	0.13	0.77
JERARQUIA PG-17	A 1	0-8	0.34	0.99	6.97
	B 1	8-25	0.74	0.89	5.99
	B 21cn	25-50	0.37	0.65	4.89
	B 22cn	50-100	0.18	0.37	3.41
	B 23	100-150	0.13	0.32	2.58
JAPONESA PG-18	A 1	0-10	0.20	2.04	16.00
	B 1	10-30	0.22	1.83	25.05
	IIB 21	30-55	0.15	2.18	19.02
	IIB 22	55-130	0.31	2.05	17.54
	IIIB 23	130-150	0.17	2.32	17.10
HIDALGUIA PH-1	A 1	0-16	0.26	3.02	14.81
	B 1	16-40	0.22	3.02	19.05
	IIB 21	40-65	0.17	2.89	20.53
	IIIB 22	65-90	0.18	2.93	18.82
	IIIB 23	90-118	0.26	3.17	19.05
	IIIB 24cn	118-150	0.92	4.92	19.87
MACONDO PG-10	A 1	0-10	0.40	2.90	17.87
	A 3	10-30	0.42	2.60	16.06
	B 1	30-45	0.42	2.44	17.77
	IIB 21	45-85	0.21	2.32	16.90
	IIB 22	85-150	0.18	1.97	16.22
URIMICA PU-1	A 1	0-15	0.13	0.48	1.09
	A 3	15-25	-0-	0.20	1.12
	B 21	25-45	0.05	0.07	0.84
	B 22	45-85	0.06	0.16	0.87
	B 23	85-170	0.27	0.99	1.77
ARENOSA PU-2	A 1	0-15	0.19	5.21	0.16
	B 1	15-35	0.33	7.33	22.59
	IIB 21	35-60	0.28	3.92	20.98
	IIB 22	60-85	0.10	2.66	12.94
	IIIC	85-x	0.34	5.14	32.18
MIRALINDO PG-20	A 1	0-10	0.15	0.91	2.05
	A 3	10-20	0.02	0.70	2.44
	B 21	20-47	0.01	0.42	2.01
	B 22	47-75	0.06	0.40	2.15
	B 23	75-100	0.05	0.35	1.98

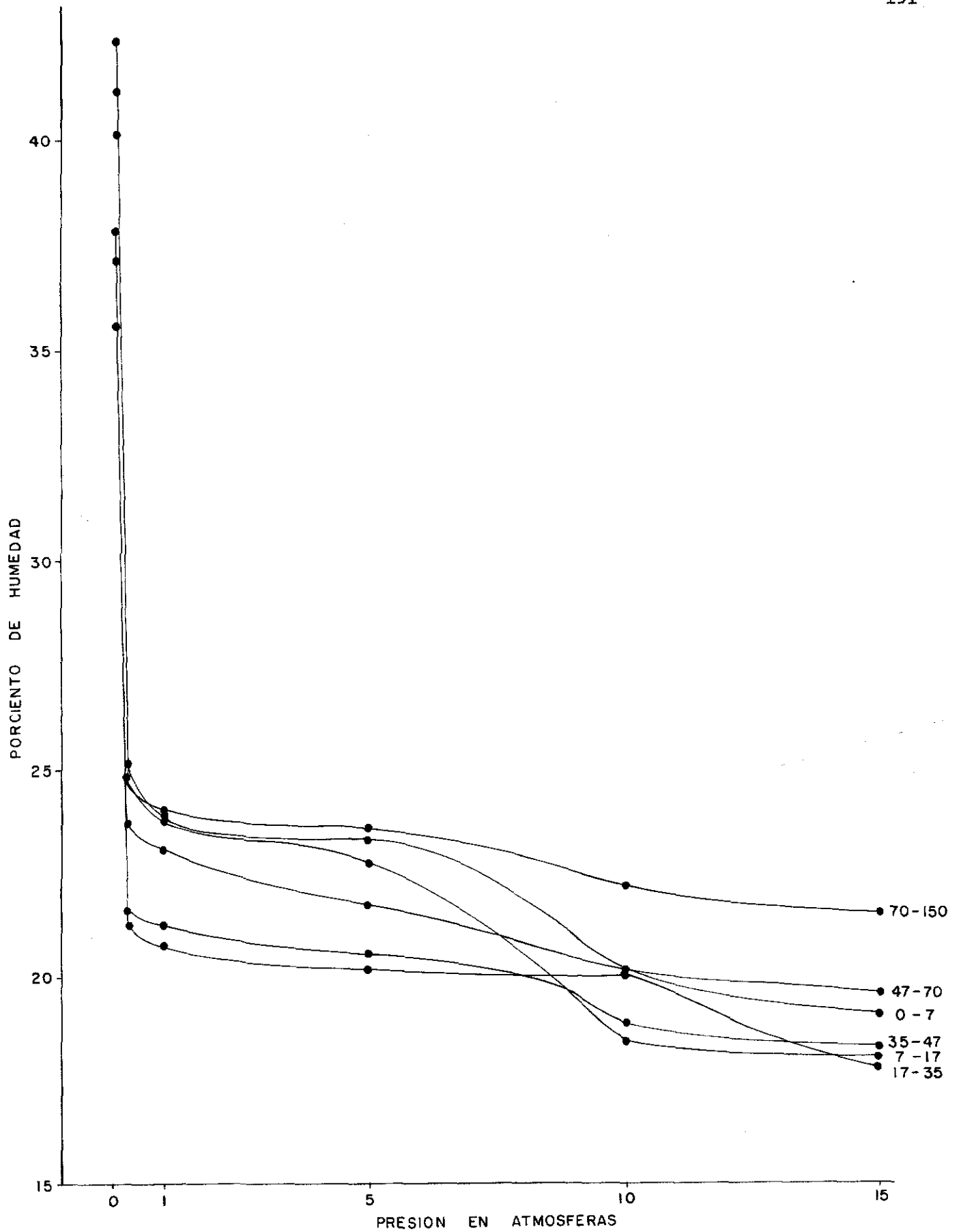


FIGURA 10 Curvas de retencion de humedad SERIE GAVIOTAS

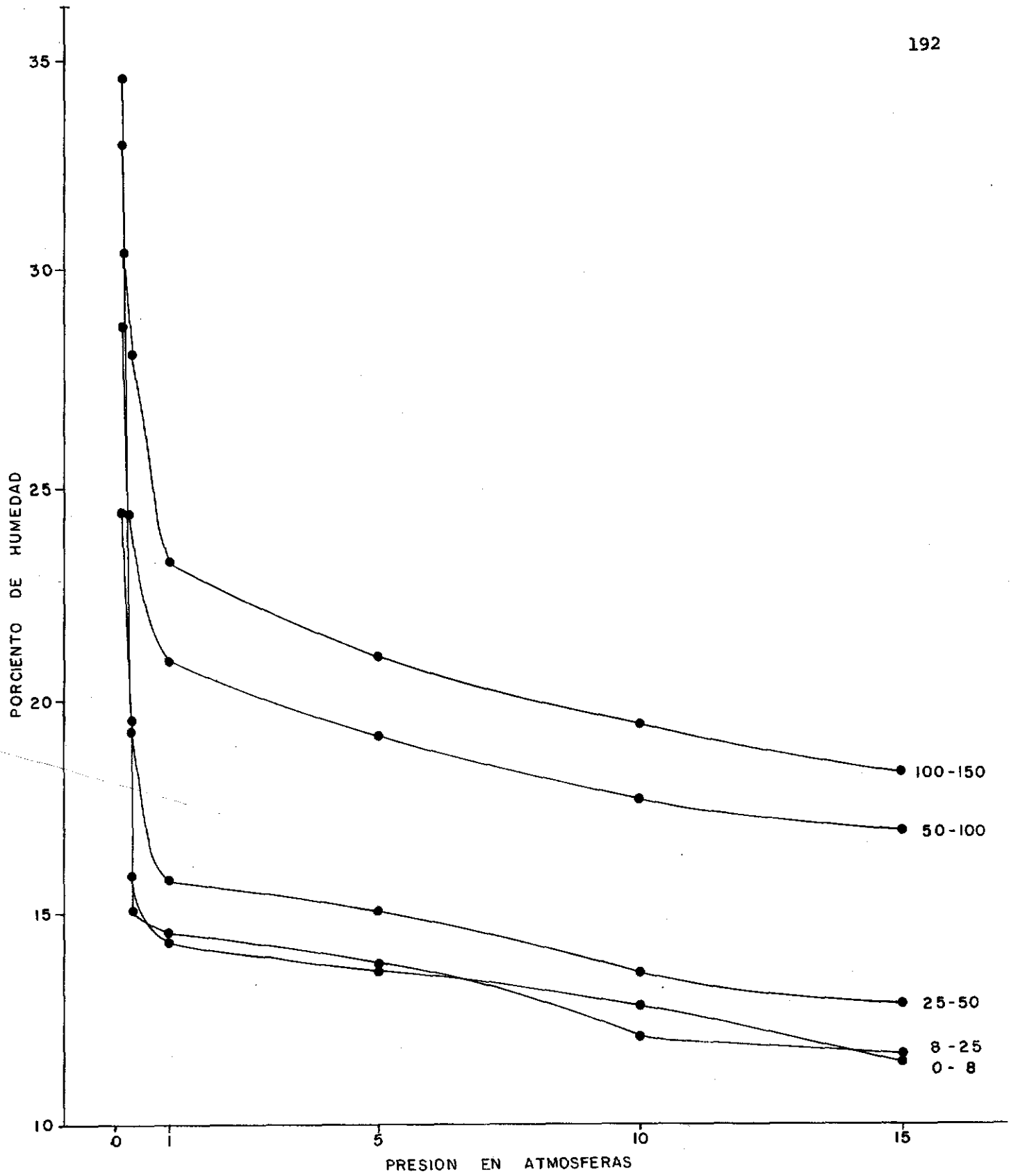


FIGURA 11. Curvas de retención de humedad SERIE JERARQUIA

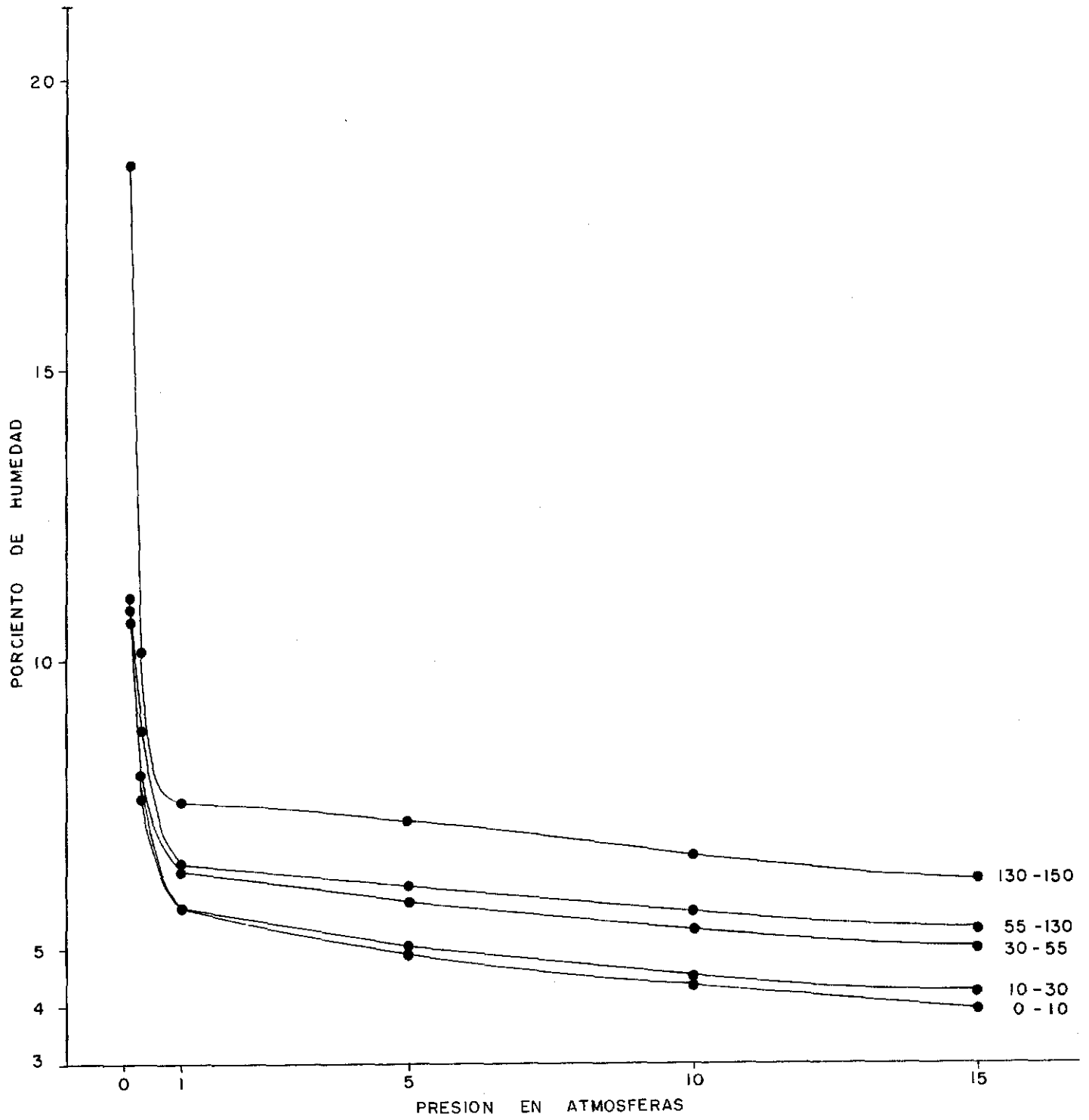


FIGURA 12. Curvas de retención de humedad SERIE JAPONESA

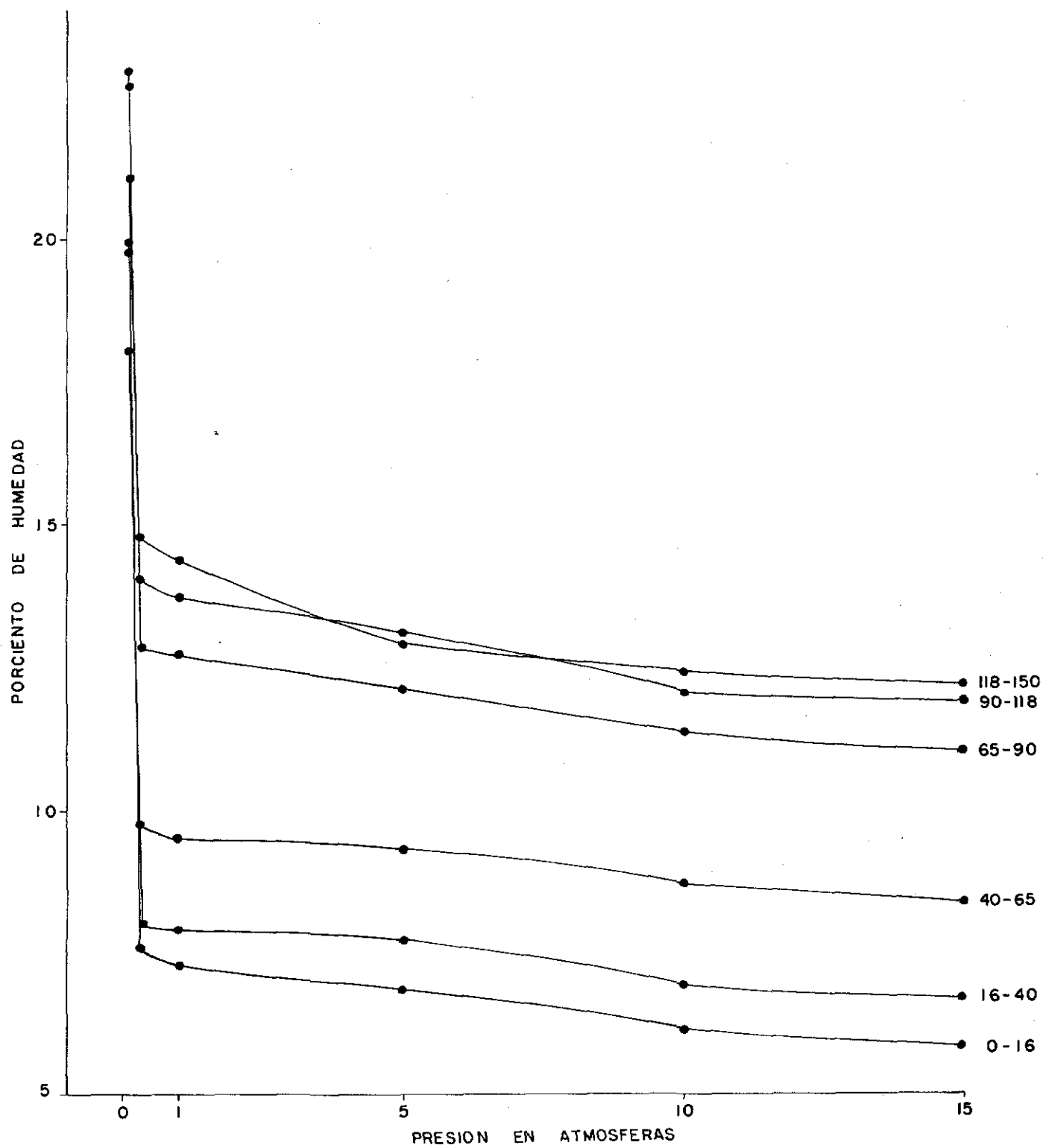


FIGURA 13. Curvas de retención de humedad SERIE HIDALGUIA

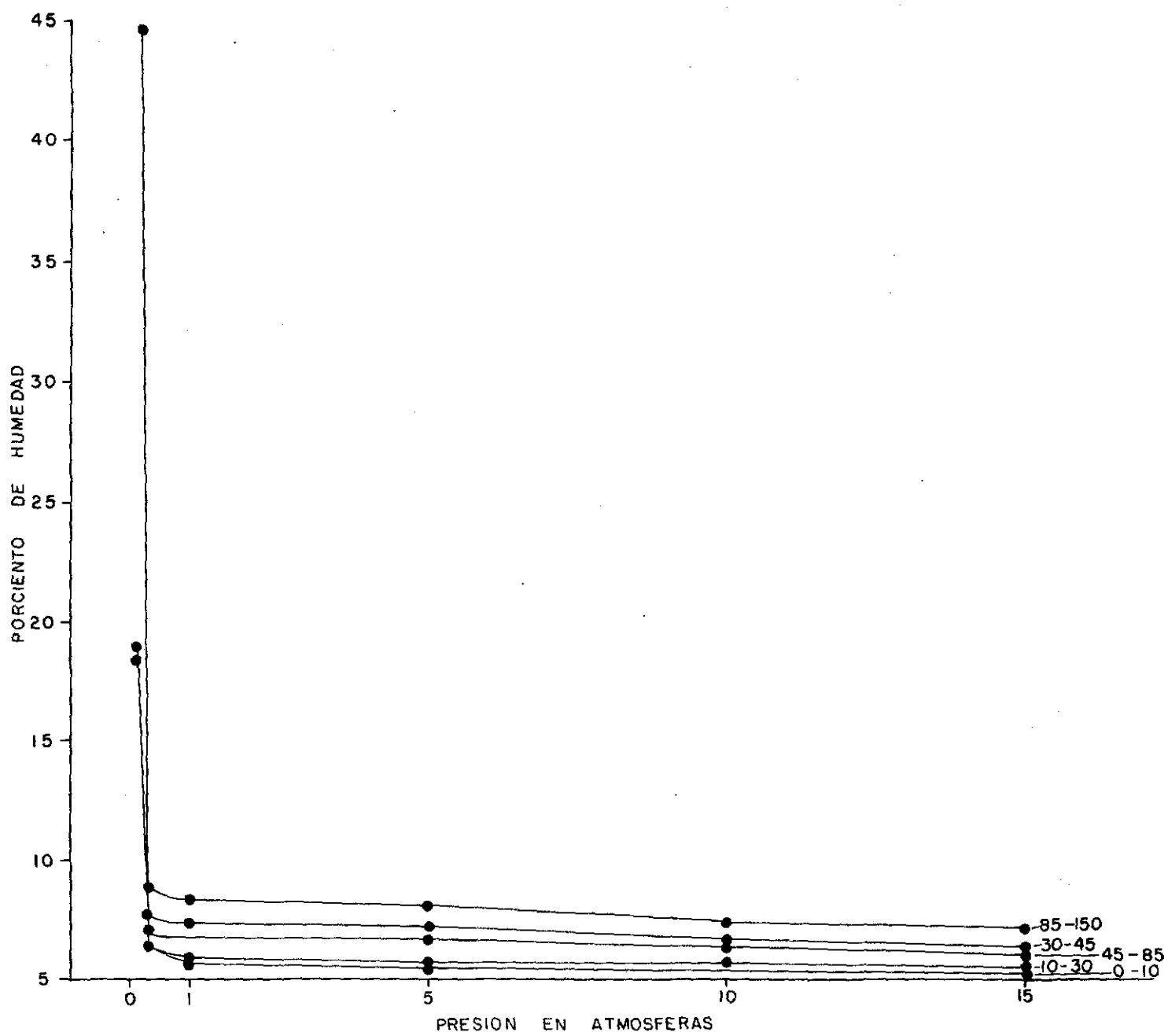


FIGURA.14 Curvas de retención de humedad SERIE MACONDO

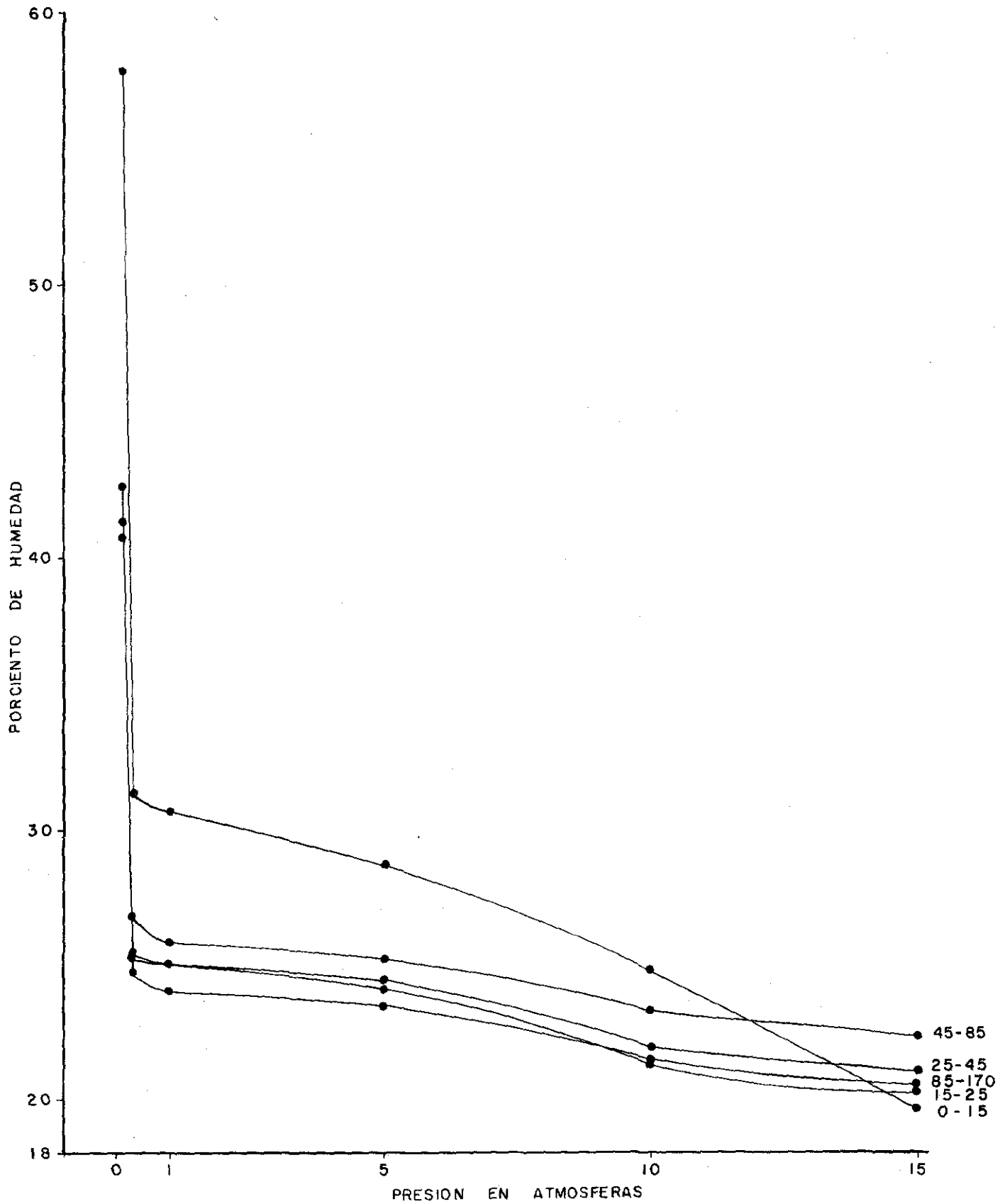


FIGURA 15. Curvas de retención de humedad SERIE URIMICA

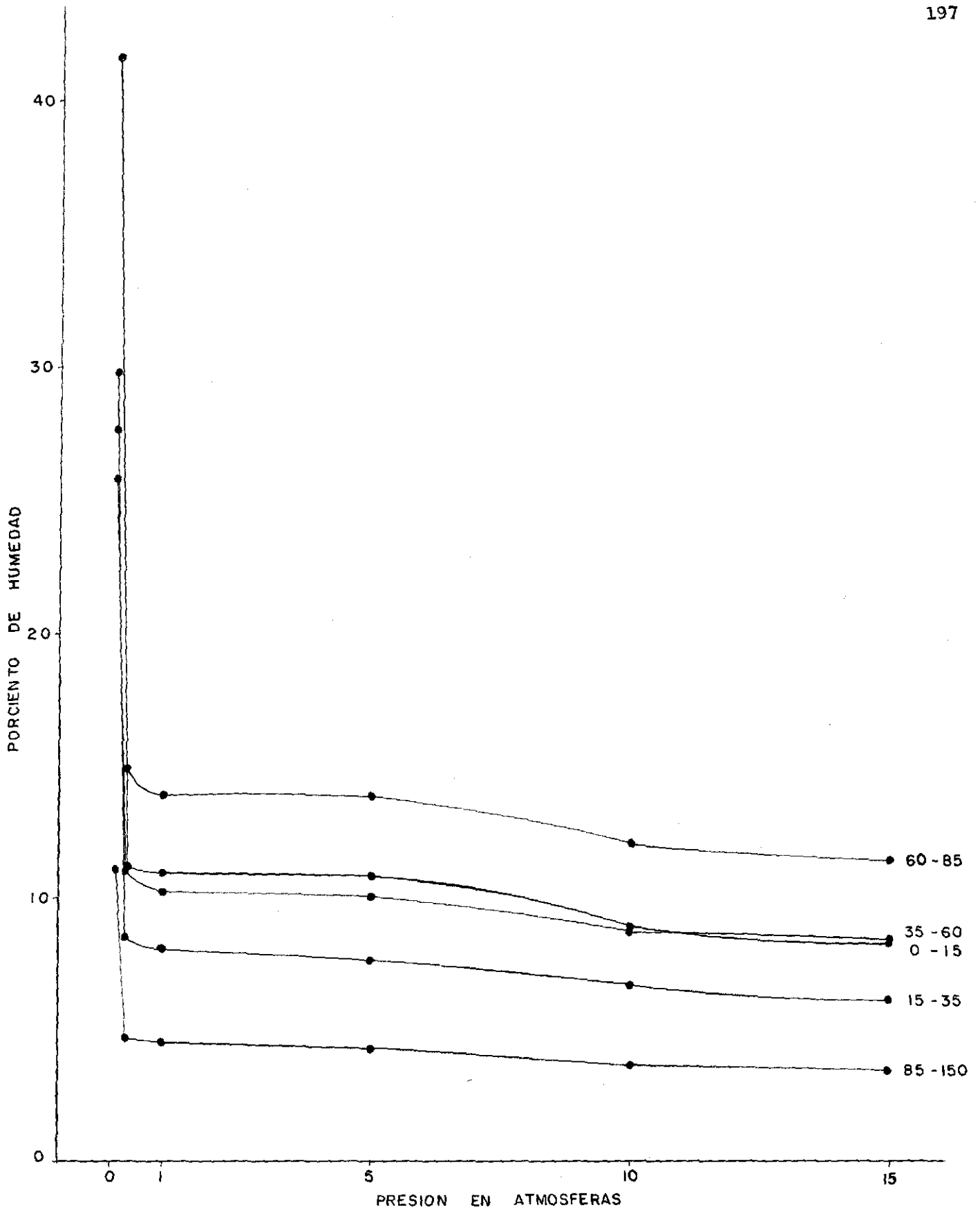


FIGURA 16. Curvas de retención de humedad SERIE ARENOSA

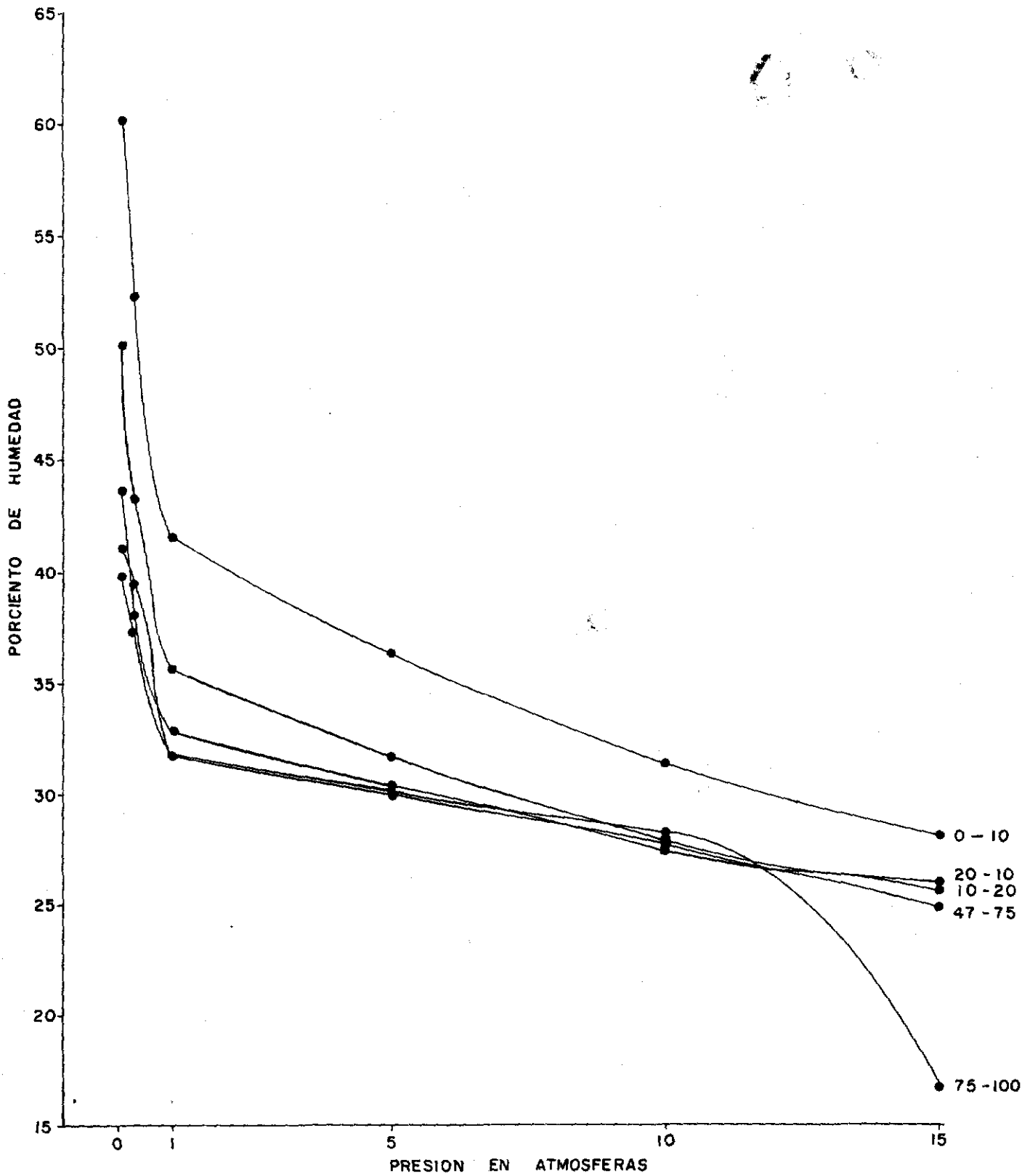


FIGURA 17. Curvas de retención de humedad. SERIE MIRALINDO.

TABLA 11. Propiedades químicas de los suelos.

Serie	Horizonte	Profundidad cm	pH			Bases de cambio me/100g de suelo		
			H ₂ O 1:1	KCl 1:1	CaCl ₂ 1:2	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
GAVIOTAS PG-16	A1	0-7	4.7	4.1	4.1	0.1	0.1	0.
	A3	7-17	4.9	4.2	4.2	0.1	0.1	0.
	B1	17-35	5.1	4.4	4.4	0.1	0.1	0.
	B21	35-47	5.2	4.5	4.5	0.1	0.1	0.
	IIB22	47-70	5.3	4.7	4.6	0.1	0.1	0.
	IIB23	70-150	5.9	4.8	4.6	0.1	0.1	0.
	IIB24	150-X	5.9	4.6	4.5	0.1	0.1	0.
JERARQUIA PG-17	A1	0-8	4.9	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	B1	8-25	5.1	4.4	4.5	0.1	0.1	0.
	B21cn	25-50	5.5	4.6	4.5	0.1	0.1	0.
	B22cn	50-100	5.7	4.4	4.5	0.1	0.1	0.
	B23	100-150	5.7	4.3	4.5	0.1	0.1	0.
JAPONESA PG-18	A1	0-10	4.7	4.2	4.2	0.1	0.1	0.
	B1	10-30	4.8	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	IIB21	30-55	5.0	4.4	4.5	0.1	0.1	0.
	IIB22	55-130	5.2	4.4	4.5	0.1	0.1	0.
	IIB23	130-150	5.3	4.5	4.5	0.1	0.1	0.
HIDALGUA PH-1	A1	0-16	4.9	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	B1	16-40	5.0	4.4	4.5	0.1	0.1	0.
	IIB21	40-65	5.3	4.5	4.5	0.1	0.1	0.
	IIIB22	65-90	5.4	4.4	4.5	0.1	0.1	0.
	IIIB23	90-118	5.4	4.4	4.4	0.1	0.1	0.
	IIIB24cn	118-150	5.6	4.4	4.4	0.1	0.1	0.
MACONDO PG-10	A1	0-10	4.7	4.2	4.3	0.1	0.1	0.
	A3	10-30	4.6	4.2	4.3	0.1	0.1	0.
	B1	30-45	4.7	4.2	4.4	0.1	0.1	0.
	IIB21	45-85	4.9	4.3	4.5	0.1	0.1	0.
	IIB22	85-150	5.0	4.4	4.5	0.1	0.1	0.
URIMICA PU-1	A1	0-15	4.2	3.9	4.0	0.1	0.1	0.
	A3	15-25	4.3	4.0	4.2	0.1	0.1	0.
	B21	25-45	5.1	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	B22	45-85	5.2	4.4	4.4	0.1	0.1	0.
	B23	85-170	5.1	4.1	4.2	0.1	0.1	0.
ARENOSA PU-2	A1	0-15	4.9	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	B1	15-35	4.7	4.2	4.4	0.1	0.1	0.
	IIB21	35-60	4.7	4.1	4.2	0.1	0.1	0.
	IIB22	60-85	4.8	4.0	4.2	0.2	0.1	0.
	IIIC	85-X	4.7	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
MIRALINDO PG-20	A1	0-10	4.9	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	A3	10-20	4.9	4.2	4.3	0.1	0.1	0.
	B21	20-47	5.0	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	B22	47-75	5.0	4.3	4.4	0.1	0.1	0.
	B23	75-100	5.2	4.3	4.4	0.1	0.1	0.

* Saturación de bases (SB) y saturación de aluminio (SAl) en base a la capacidad de cambio efectiva.

o	K ⁺	Suma de bases me/100g.	Acidez		Saturaciones*	
			Intercambiable me/100g		SB	SAl
			Al ⁺⁺⁺	H ⁺	%	%
03	0.1	0.33	2.3	0.5	8.4	74.1
03	0.1	0.33	2.2	0.2	12.2	81.4
02	0.03	0.25	1.3	0.2	13.9	72.2
02	0.03	0.25	0.6	0.2	22.7	74.5
02	0.03	0.25	0.3	0.2	31.3	37.5
02	0.03	0.25	0.1	0.1	50.0	20.0
03	0.03	0.26	0.1	0.1	52.0	20.0
03	0.1	0.33	1.2	0.2	19.4	70.5
03	0.03	0.26	0.9	0.2	18.6	64.2
1	0.03	0.33	0.5	0.1	36.7	55.5
1	0.03	0.33	0.9	0.1	25.4	69.2
04	0.03	0.27	1.3	0.1	15.9	76.3
03	0.03	0.26	0.6	0.2	23.6	54.5
03	0.03	0.26	0.5	0.2	26.0	50.0
03	0.03	0.26	0.7	0.1	23.3	63.6
02	0.03	0.25	0.5	0.1	27.8	55.5
02	0.03	0.25	0.4	0.1	31.3	50.0
03	0.03	0.26	0.7	0.1	23.6	63.6
03	0.03	0.26	0.5	0.1	32.5	62.4
03	0.03	0.26	0.5	0.1	32.5	62.4
03	0.03	0.26	0.6	0.1	28.9	66.6
1	0.03	0.33	0.7	0.1	33.0	70.0
1	0.03	0.33	0.7	0.1	33.0	70.0
03	0.02	0.25	0.7	0.2	20.8	58.3
03	0.02	0.25	0.7	0.2	20.8	58.5
03	0.02	0.25	0.6	0.2	22.7	54.5
02	0.02	0.24	0.5	0.1	26.7	55.5
02	0.02	0.24	0.4	0.2	30.0	50.0
03	0.2	0.43	4.1	1.6	7.0	67.2
03	0.1	0.33	3.2	1.1	7.2	69.5
02	0.04	0.26	1.5	0.3	12.4	71.4
02	0.04	0.26	1.3	0.3	13.7	68.4
02	0.04	0.26	3.1	0.2	7.2	86.1
1	0.1	0.40	1.5	0.2	19.0	71.4
1	0.03	0.33	1.2	0.2	19.4	70.5
03	0.03	0.26	1.8	0.2	11.3	78.2
1	0.03	0.43	2.1	0.4	14.8	71.7
1	0.03	0.33	0.4	0.1	41.2	50.0
1	0.1	0.40	2.9	0.2	11.4	82.8
1	0.1	0.40	2.3	0.4	11.0	76.6
1	0.03	0.33	2.0	0.3	24.6	76.9
1	0.03	0.33	2.0	0.4	11.8	71.4
1	0.03	0.33	1.4	0.3	16.5	70.0

TABLA 12. Otras propiedades químicas de los suelos.

Serie	Horizonte	Profundidad cm	Acidez extractable me/100g de suelo	Capacidad de intercambio c	
				Suma de cationes	NH ₄ OAc pH 7
GAVIOTAS PG-16	A1	0-7	17.4	17.7	9.1
	A3	7-17	14.6	14.9	7.5
	B1	17-35	10.5	10.8	5.3
	B21	35-47	8.7	9.0	4.3
	IIB22	47-70	8.2	8.5	3.7
	IIB23	70-150	7.7	8.0	4.0
	IIB24	150-X	9.8	10.1	4.4
JERARQUIA PG-17	A1	0-8	10.9	11.2	5.0
	B1	8-25	7.9	8.2	3.7
	B21cn	25-50	6.2	6.5	2.7
	B22cn	50-100	6.0	6.3	3.2
	B23	100-150	6.8	7.1	3.7
JAPONESA PG-18	A1	0-10	3.4	3.7	2.0
	B1	10-30	2.2	2.5	1.6
	IIB21	30-55	2.6	2.9	1.5
	IIB22	55-130	2.6	2.9	1.4
	IIIB23	130-150	2.0	2.3	1.4
HIDALGUA PH-1	A1	0-16	5.1	5.4	2.5
	B1	16-40	3.4	3.7	2.0
	IIB21	40-65	2.8	3.1	1.9
	IIIB22	65-90	3.8	4.1	2.1
	IIIB23	90-118	4.0	4.3	2.5
	IIIB24cn	118-150	4.4	4.7	3.0
MACONDO PG-10	A1	0-10	3.0	3.3	2.1
	A3	10-30	3.7	4.0	1.8
	B1	30-45	4.0	4.3	1.7
	IIB21	45-85	3.8	4.0	1.7
	IIB22	85-150	5.2	5.4	1.4
URIMICA PU-1	A1	0-15	26.9	27.2	15.0
	A3	15-25	17.6	17.9	9.5
	B21	25-45	14.3	14.6	6.8
	B22	45-85	11.9	12.2	6.6
	B23	85-170	17.6	17.9	9.4
ARENOSA PU-2	A1	0-15	12.2	12.7	6.7
	B1	15-35	6.2	6.5	3.4
	IIB21	35-60	4.2	4.5	3.7
	IIB22	60-85	7.4	7.8	4.3
	IIIC	85-X	1.0	1.3	0.7
MIRALINDO PG-20	A1	0-10	30.3	30.7	15.0
	A3	10-20	21.4	21.8	11.4
	B21	20-47	18.6	18.9	9.8
	B22	47-75	19.2	19.5	0.5
	B23	75-100	16.7	17.0	8.1

* Capacidad de cambio dependiente del pH (CICpH). Capacidad de cambio efectiva (CICe).

tiónico activa ICe	me/100g Dependiente del pH	CICpH CICe	* P Bray II p.p.m.	C %	N %	C/N
3.1	14.6	5	2.1	2.84	0.18	16
2.7	12.2	5	0.0	1.93	0.12	16
1.8	9.0	5	0.7	0.97	0.08	12
1.1	7.9	8	0.7	0.58	0.06	10
0.8	7.7	11	0.0	0.49	0.06	8
0.5	7.5	19	0.0	0.17	0.04	4
0.5	9.6	24	0.0	0.14	0.04	3
1.7	9.5	6	0.7	1.65	0.14	12
1.4	6.8	5	0.7	0.86	0.08	11
0.9	5.6	6	0.0	0.29	0.04	7
1.3	5.0	4	0.7	0.15	0.03	5
1.7	5.4	3	0.7	0.11	0.03	4
1.1	2.6	2	0.0	0.51	0.05	10
1.0	1.5	2	0.7	0.33	0.04	8
1.1	1.8	2	0.7	0.22	0.04	5
0.9	2.0	2	0.7	0.13	0.03	4
0.8	1.5	2	0.0	0.07	0.02	3
1.1	4.3	4	0.7	0.76	0.07	11
0.8	2.9	3	1.1	0.34	0.05	7
0.8	2.3	3	0.7	0.19	0.04	5
0.9	3.2	3	0.0	0.15	0.04	4
1.0	3.3	3	0.0	0.11	0.04	3
1.0	3.7	4	0.0	0.08	0.05	2
1.2	2.1	2	1.8	0.73	0.07	10
1.2	2.8	2	1.1	0.36	0.05	7
1.1	3.2	3	0.7	0.27	0.04	7
0.9	3.1	3	0.0	0.13	0.04	3
0.8	4.6	4	0.0	0.08	0.03	3
6.1	21.3	3	5.8	4.88	0.32	15
4.6	13.3	3	3.2	1.86	0.15	12
2.1	12.4	6	0.7	1.17	0.10	12
1.9	10.2	5	0.7	0.75	0.09	8
3.6	14.2	4	0.7	0.75	0.09	8
2.1	10.6	5	2.1	2.44	0.16	15
1.7	4.8	3	1.1	0.67	0.06	11
2.3	2.2	1	1.1	0.10	0.05	2
2.9	4.9	2	1.1	0.09	0.05	2
0.8	0.5	1	0.0	0.03	0.03	1
3.5	27.2	8	0.7	5.08	0.37	14
3.1	18.8	6	0.7	2.96	0.22	13
2.6	16.3	6	0.0	1.85	0.14	13
2.8	16.7	6	0.0	1.40	0.10	14
2.0	15.0	7	0.0	0.92	0.08	11

TABLA 13. Distribución de minerales en la fracción liviana. En %

Serie	Horizonte	Profundidad cm	Minerales livianos en la fracción arena.	Cuarzo
GAVIOTAS PG-16	A1	0-7	99.3	97
	A3	7-17	99.6	97
	B1	17-35	99.4	100
	B21	35-47	99.4	100
	IIB22	47-70	99.4	100
	IIB23	70-150	99.5	100
	IIB24	150-X	99.4	100
JERARQUIA PG-17	A1	0-8	97.9	100
	B1	8-25	98.1	100
	B21cn	25-50	97.1	100
	B22cn	50-100	97.2	100
	B23	100-150	96.8	100
JAPONESA PG-18	A1	0-10	n.d *	100
	B1	10-30	n.d	100
	IIB21	30-55	n.d	100
	IIB22cn	55-130	n.d	100
	IIB2	130-150	n.d	100
HIDALGUIA PH-1	A1	0-16	n.d	100
	B1	16-40	n.d	100
	IIB21	40-65	n.d	100
	IIIB22	65-90	n.d	100
	IIIB23	90-118	n.d	100
MACONDO PG-10	A1	0-10	99.3	100
	A3	10-30	99.1	100
	B1	30-45	99.4	100
	IIB21	45-85	99.5	100
	IIB22	85-150	99.6	100
URIMICA PU-1	A1	0-15	n.d	96
	A3	15-25	n.d	89
	B21	25-45	n.d	79
	B22	45-85	n.d	80
	B23	85-170	n.d	74
ARENOSA PU-2	A1	0-15	99.7	97
	B1	15-35	99.6	n.d
	IIB21	35-60	99.7	n.d
	IIB22	60-85	99.7	n.d
	IIIC	85-X	99.9	n.d
MIRALINDO PG-20	A1	0-10	99.4	90
	A3	10-20	99.4	93
	B21	20-47	99.6	89
	B22	47-75	99.5	96
	B23	75-100	97.0	n.d

* n.d : No determinado

** tr : Trazas

TABLA 14. Distribución de minerales en la fracción densa.

Serie	Horizonte	Profundidad cm	Minerales pesados en % de minerales totales.	Minerales opacos en % de minerales densos.	En % de granos transparentes													Sin identificar	Min. alterados	
					Zirconio	Turmalina	Anatasa	Broquita	Rutilo	Micas	Zoisita	Andalusita	Estaurolita	Hiperstena	Augita	Hornblenda	Aglomerados			
GAVIOTAS PG-16	A 1	0-7	n.d	11	2	8	-	tr	**	-	-	tr	-	-	-	-	-	75	-	3
	A 3	7-17	n.d	14	56	17	6	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	B 1	17-35	n.d	35	42	23	7	3	tr	-	2	-	tr	-	-	-	-	-	-	15
	B 21	35-47	n.d	33	55	20	5	3	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10
	IIB 22	47-70	n.d	35	47	17	5	tr	2	tr	2	-	-	-	-	-	-	-	4	23
JERARQUIA PG-17	IIB 23	70-150	n.d	25	35	16	6	4	2	2	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	35
	IIB 24	150-x	n.d	24	51	30	4	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13
	A 1	0-8	2.1	69	71	11	2	3	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	B 1	8-25	1.9	88	71	13	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
JAPONESA PG-18	B 21 cn	25-50	2.9	83	60	13	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	B 22 cn	50-100	2.8	82	58	16	7	tr	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	B 23	100-150	3.2	84	38	12	6	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36
HIDALGUA PH-1	A 1	0-10	n.d	76	72	10	4	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
	B 1	10-30	n.d	77	76	8	2	3	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
	IIB 21	30-55	n.d	87	78	10	4	-	tr	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	8
	IIB 22	55-130	n.d	70	66	7	4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	18
MACONDO PG-10	IIIB 23	130-150	n.d	84	49	15	4	tr	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
	A 1	0-16	n.d	93	86	6	3	tr	tr	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	15
	B 1	16-40	n.d	98	67	10	-	-	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	2	15
	IIB 21	40-65	n.d	76	63	7	3	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	3
	IIIB 22	65-90	n.d	77	62	9	2	tr	6	-	-	5	-	-	tr	-	-	-	4	11
ARENOSA PU-2	IIIB 23	90-118	n.d	89	55	19	3	-	8	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	11
	A 1	0-10	0.7	45	79	4	3	4	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	10
	A 3	10-30	0.9	54	76	7	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
	B 1	30-45	0.6	68	78	15	tr	tr	3	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	11
URIMICA PU-1	IIB 21	45-85	0.5	60	75	7	2	4	3	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	11
	IIB 22	85-150	0.4	55	72	4	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
	A 1	0-15	n.d	54	42	20	9	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	A 3	15-25	n.d	37	28	21	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	4
	B 21	25-45	n.d	33	27	17	5	2	tr	3	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	4
MIRALINDO PG-20	B 22	45-85	n.d	46	24	20	4	tr	-	2	-	-	-	tr	-	tr	-	-	-	5
	B 23	85-170	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n
	A 1	0-15	0.3	13	29	4	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	B 1	15-35	0.4	12	45	6	3	2	7	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	3
MIRALINDO PG-20	IIB 21	35-60	0.3	12	35	6	4	-	2	-	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	2
	IIB 22	60-85	0.3	15	46	9	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	IIIC	85-x	0.1	19	48	17	5	tr	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
MIRALINDO PG-20	A 1	0-10	0.6	10	6	tr	2	tr	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	A 3	10-20	0.6	17	5	3	4	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	B 21	20-47	0.4	35	15	8	4	tr	-	2	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	B 22	47-75	0.5	2	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	B 23	75-100	0.3	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n

* n.d : no determinado
 ** tr : trazas

TABLA 15. Resultados semicuantitativos de la mineralogía de limos y arcillas por rayos-x.

Serie	Horizonte	Profundidad cm	Limo grueso 20 - 50 μ	Limo fino 2 - 20 μ	Arcilla gruesa 0.2 - 2 μ	Arcilla fina > 0.2 μ
GAVIOTAS PG-16	A1	0-7	Q4	Q4 K1 G1 V P	K4 G2 V1 P Q M In	K4 V In
	A3	7-17	Q4	Q4 K1 P	K4 G2 V1 P1 Q M In	K4 V In
	B1	17-35	Q4	Q4 K1 M	K4 G2 V1 P1 M In	K4 V In
	B21	35-47	Q4	Q4 K1	K4 G2 V P1 Q1 M In	K4 V In
	IIB22	47-70	Q4	Q4 K1	K4 G2 V P1 Q1 M In	K4 V In
	IIB23	70-150	Q4	Q4 K1	K4 G2 V1 P2 Q M In	K4 V In
IIB24	150-X	Q4	Q4 K1	K4 G2 V1 P2 Q M1 In	K4 V In	
MACONDO PG-10	A1	0-10	Q4	Q4 K	K4 Q2 G2 V1 P1 M1	K2 Q2 V1 G1 P M In
	A3	10-30	Q4	Q4 K	K3 Q3 G V1 P1 M In	K2 Q3 V G
	B1	30-45	Q4	Q4 K	K3 Q2 G V P M In	K2 Q2 V G P In
	IIB21	45-85	Q4	Q4 K	K4 Q2 G1 V1 P1 M In	K3 Q1 V G P In
	IIB22	85-150	Q4	Q4 K	K4 Q2 G2 V P M In	K3 Q1 G1 P
URIMICA PU-1	A1	0-15	Q4	Q4	K2 G1 Q1 V1 P M In	K3 V G1 P Q
	A3	15-25	Q4	Q4	K2 G2 Q1 V1 P M In	K3 V G1 P
	B21	25-45	Q4	Q4	K2 G2 Q1 V1 P M In	K3 V G1 P
	B22	45-85	Q4	Q4	K3 G2 Q V1 P M In	K3 V G P
	B23	85-170	Q4	Q4	K4 G2 Q1 V1 P M In	K4 V1 G P M
JERARQUIA PG-17	A1	0-8	Q4 K P		K4 V1 G1 P	
	B1	8-25	Q4 K		K4 V1 G1 P M	
	B21cn	25-50	Q4 K		K4 V1 G1 P1 M1	
	B22cn	50-100	Q4 K1 P		K4 V1 G1 P1 M1	
B23	100-150	Q4 K2 M1		K4 V G1 P1 M1 Q		
JAPONESA PG-18	A1	0-10	Q4		K3 V1 G1 Q1 P1 M	
	B1	10-30	Q4		K3 V2 G1 Q2 P M	
	IIB21	30-55	Q4		K4 V2 G2 Q2 P1 M	
	IIB22	55-130	Q4		K4 V2 G2 Q1 P M In	
	IIB23	130-150	Q4		K4 V2 G2 Q P2 M1	
HIDALGUIA PH-1	A1	0-16	Q4		K4 Q2 V1 G P In	
	B1	16-40	Q4		K4 Q2 V1 G1 P In	
	IIB21	40-65	Q4		K4 Q1 V1 G1 P	
	IIB22	65-90	Q4		K4 Q1 V1 G1 P M In	
	IIB23	90-118	Q4		K4 Q V1 G P M In	
IIB24cn	118-150	Q4		K4 Q V1 G P1 M1 In		
ARENOSA PU-2	A1	0-15	Q4		K2 V1 G1 Q1 P M In	
	B1	15-35	Q4		K2 V1 G1 Q2 P M In	
	IIB21	35-60	Q4 K		K3 V2 G2 Q1 P M In	
	IIB22	60-85	Q4 K		K3 V1 G2 Q1 P1 M1 In	
IITC	85-X			K2 V1 G1 Q2 P1 M		
MIRALINDO PG-20	A1	0-10	Q4 K		K4 V1 G1 P M	
	A3	10-20	Q4 K		K4 V1 G2 P1 M1	
	B21	20-47	Q4 K		K4 V1 G2 P1 M1 Q	
	B22	47-75	Q4 K		K4 V2 G2 P1 M1 In1 Q	
	B23	75-100	Q4 K1 M P		K4 V1 G2 P1 M1	

Q = Cuarzo
 K = Caolinita
 V = Integredo vermiculita-
 Clorita o vermiculita-Al
 G = Gibsita
 P = Pirofilita
 M = Micas
 In = Minerales interestratificados

4 = Dominante (> 50%)
 3 = Abundante (30-50%)
 2 = Común (15-30%)
 1 = Presente (5-15%)

Letra sin subíndice = trazas

TABLA 16. Disolución selectiva de material amorfo y hierro libre en arcilla.

Serie	Horizonte	Profundidad cm	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %
GAVIOTAS PG-16	A1	0-7	7.2	6.1	4.0
	A3	7-17	6.6	11.4	4.6
	B1	17-35	7.4	6.1	4.7
	B21	35-47	7.4	8.3	4.7
	IIB22	47-70	7.4	5.7	5.1
	IIB23	70-150	7.2	5.7	4.7
	IIB24	150-X	-	-	-
JERARQUIA PG-17	A1	0-8	11.4	5.3	3.1
	B1	8-25	10.4	6.9	3.0
	B21cn	25-50	10.7	5.2	3.0
	B22cn	50-100	10.7	2.9	2.9
	B23	100-150	5.1	8.1	2.1
JAPONESA PG-18	A1	0-10	11.1		
	B1	10-30	12.9		
	IIB21	30-55	13.0		
	IIB22	55-130	12.9		
	IIB23	130-150	13.0		
HIDALGUA PH-1	A1	0-16	10.7		
	B1	16-40	10.0		
	IIB21	40-65	9.8		
	IIB22	65-90	9.7		
	IIB23	90-118	11.4		
IIB24cn	118-150	10.4			
MACONDO PH-10	A1	0-10	7.1	2.8	2.5
	A3	10-30	7.7	7.3	4.6
	B1	30-45	8.9	5.0	4.6
	IIB21	45-85	4.0	4.7	4.5
	IIB22	85-150	8.6	3.6	4.4
URIMICA PU-1	A1	0-15	5.0	10.7	4.0
	A3	15-25	3.8		
	B21	25-45	4.0	6.8	4.3
	B22	45-85	3.1		
	B23	85-170	n.d.*	6.1	3.7
ARENOSA PU-2	A1	0-15	2.3		
	B1	15-35	0.6		
	IIB21	35-60	0.6		
	IIB22	60-85	0.3		
	IIIC	85-X	0.9		
MIRALINDO PG-20	A1	0-10	8.6		
	A3	10-20	6.4		
	B21	20-47	6.7		
	B22	47-75	n.d.		
	B23	75-100	5.8		

* n.d : No determinado.

TABLA 17. Algunas especies vegetales de las sabanas y bosques encontradas en Gaviotas - Vichada

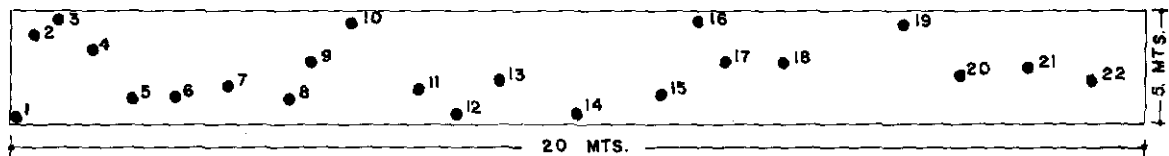
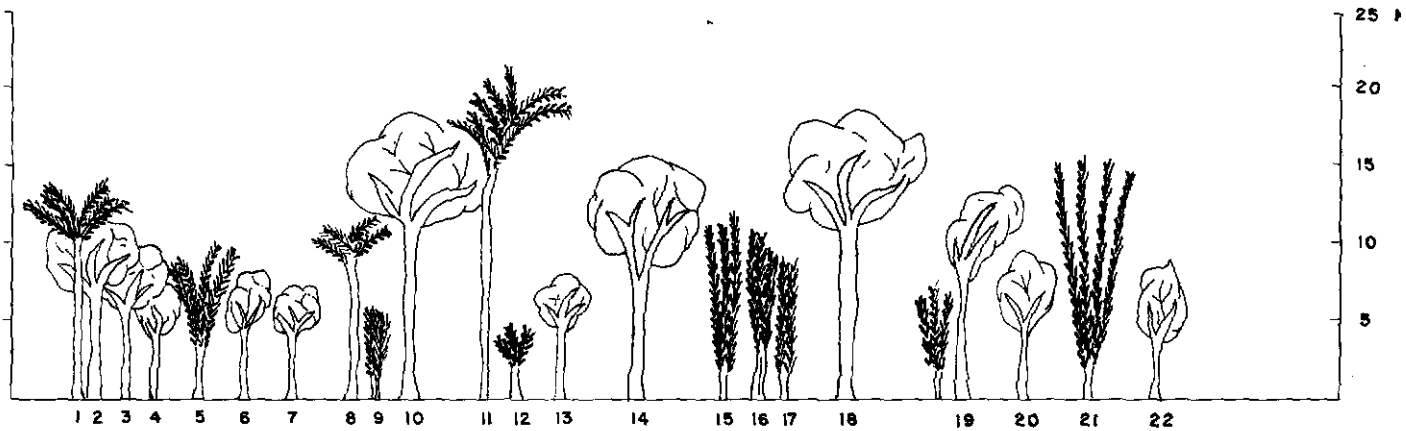
Vegetación de Sabana:

Alta:	Nombre científico	Familia
	- <u>Andropogon virgatus</u> Det.P.P.E.	Gramínea
	- <u>Andropogon</u> spp.	Gramínea
	- <u>Hyptis conferta</u>	Labiada
	- <u>Bulbostylis parodaxa</u>	Ciperaceae
	- <u>Hyptis dilata</u>	Labiada
	- <u>Xylopiá aromática</u>	Anonáceae
	- <u>Axonopus chrysoblepharis</u>	Gramínea
	- <u>Curatella americana</u>	Dilleniaceae
Media:	- <u>Andropogon virgatus</u>	Gramínea
	- <u>Andropogon</u> spp.	Gramínea
	- <u>Hyptis conferta</u>	Labiada
	- <u>Bulbostylis parodaxa</u>	Ciperaceae
	- <u>Xylopiá aromática</u>	Anonáceae
	- <u>Axonopus chrysoblepharis</u>	Gramínea
	- <u>Curatella americana</u>	Dilleniaceae
Baja:	- <u>Lycopodium alopecuroides</u> L.	Criptógama
	- <u>Blechnum serrulatum</u> Rieh	Pteridophyteae
	- <u>Panicum rudgei rueni</u> R.Schult	Gramínea
	- <u>Hyptis conferta</u> Pahl	Labiada

Vegetación bosques de galería:

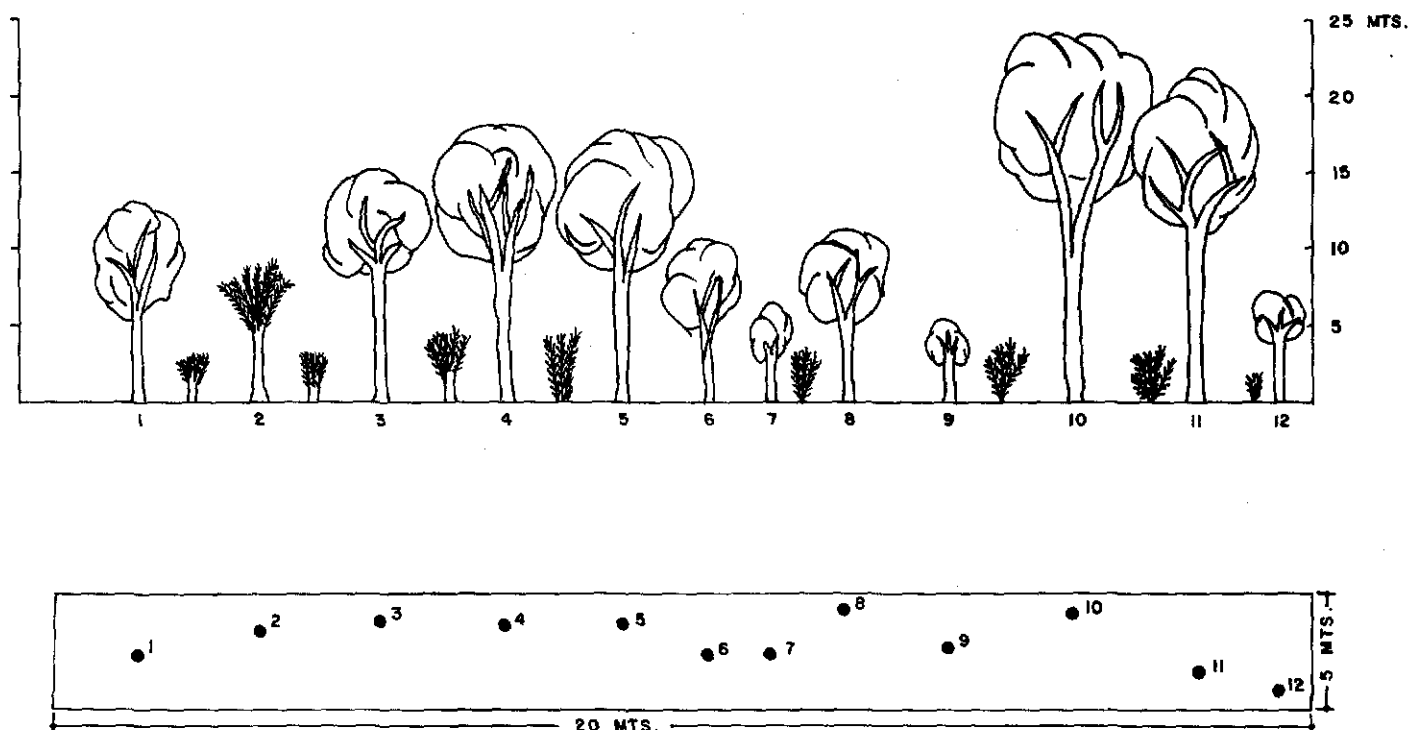
Nombre científico	Familia
- <u>Dendropanax arboreus</u>	Araliaceae
- <u>Xylopia discreta</u>	Anonaceae
- <u>Trattinickia</u> sp.	Burceraceae
- <u>Enterolobium schomborgkii</u> Benth	Mimosaceae
- <u>Pentagonia</u> sp.	Gesneriaceae
- <u>Tibouchina aspera</u> aubl	Melastomaceae
- <u>Jacaranda copaia</u>	Bignoniaceae
- <u>Lacistema aggregatum</u> (berg) rusby	Lacistemaceae
- <u>Coccoloba dugandiana</u> FERM	Poligonaceae
- <u>Bauhinia aromática</u> Ducke	Caesalpinaceae
- <u>Mauritia minor</u>	Palmaceae

Perfil pobre en especies maderables. Se encuentra abundancia de palmas. 207
 Regeneración natural de Moraceas, Piperaceas, Melastomaceas, Cecropia y palmas especialmente.



- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| 1 - PALMACEAE (Mouritia Minor) | 12 - PALMACEAE |
| 2 - MORACEAE | 13 - Sp. |
| 3 - MORACEAE | 14 - LAURACEAE |
| 4 - MORACEAE | 15 - PALMACEAE |
| 5 - PALMACEAE | 16 - PALMACEAE |
| 6 - RUBIACEAE | 17 - PALMACEAE |
| 7 - LAURACEAE | 18 - LAURACEAE |
| 8 - PALMACEAE (Mouritia Minor) | 19 - Sp. |
| 9 - PALMACEAE | 20 - MORACEAE |
| 10 - Sp. | 21 - MORACEAE |
| 11 - PALMACEAE (Genocarpus Minor) | 22 - Sp. |

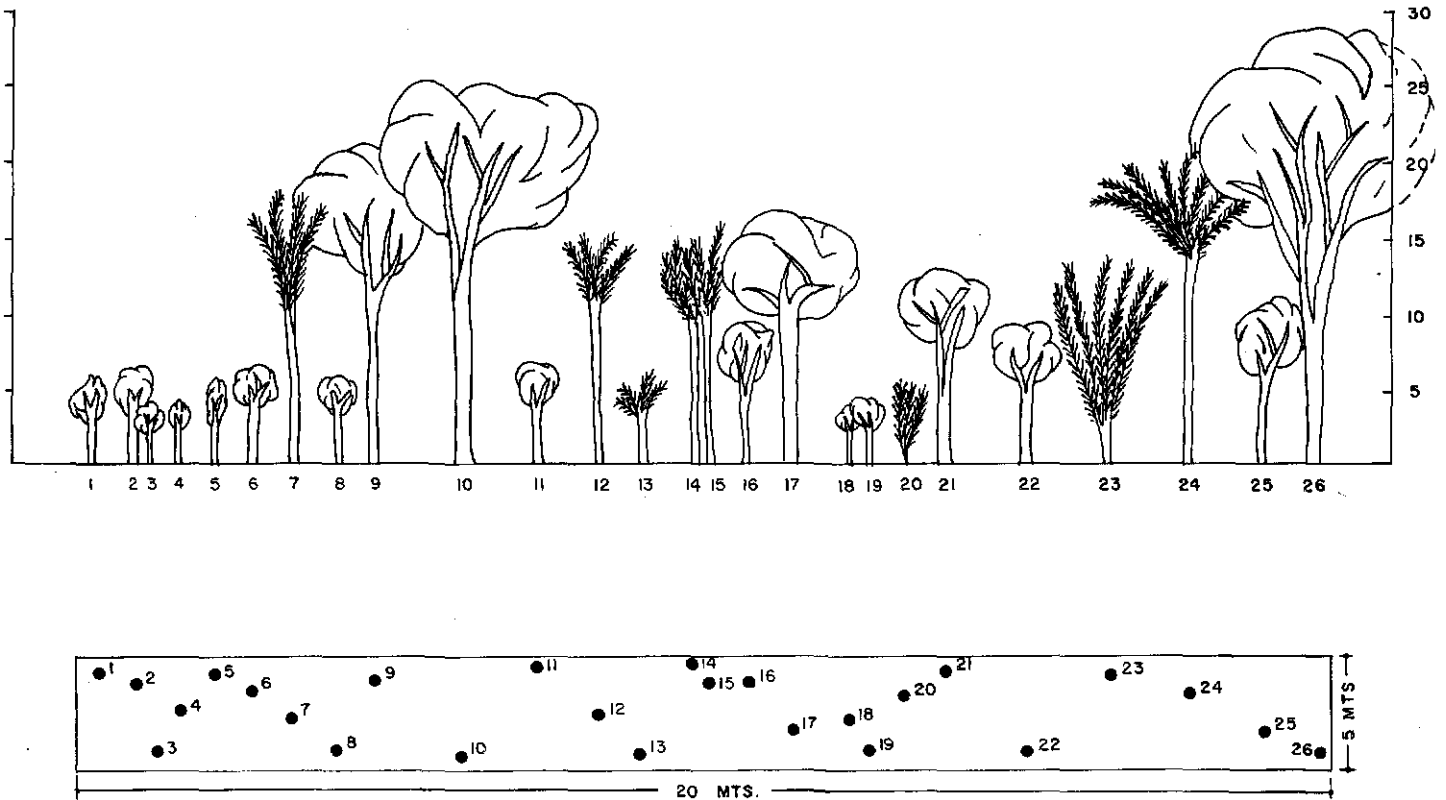
FIGURA 18. Perfil de vegetación 1
 Localización: Caño Urimica (Gaviotas - Vichada)
 Bosque Secundario de Galeria.



- 1- Sp.
- 2- PALMACEAE (Mouritia Minor)
- 3- Sp.
- 4- Sp.
- 5- LEGUMINOCEAE
- 6- Sp.
- 7- Sp.
- 8- Sp.
- 9- CAESALPINACEAE
- 10- Sp.
- 11- Sp.
- 12- MELASTOMACEAE

FIGURA 19. Perfil de vegetación 2
 Localización: Caño Urimica (Gaviotas - Vichada)
 Bosque Secundario de Galeria.

Perfil representativo de bosque denso de galería.
 Regeneración natural de Moraceas, Mimosaceas, Rubiaceas, Cedropias, Palmas. 209



- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1 - PALMACEAE | 14 - PALMACEAE |
| 2 - MORACEAE (Cecropia Sp.) | 15 - PALMACEAE |
| 3 - MELASTOMATACEAE | 16 - MELIACEAE |
| 4 - MORACEAE (Cecropia Sp.) | 17 - MELIACEAE |
| 5 - MORACEAE | 18 - MORACEAE |
| 6 - MORACEAE (Cecropia Sp.) | 19 - MORACEAE |
| 7 - PALMACEAE | 20 - PALMACEAE |
| 8 - MORACEAE (Cecropia Sp.) | 21 - MORACEAE |
| 9 - ANACARDIACEAE | 22 - MORACEAE |
| 10 - Sp. | 23 - PALMACEAE |
| 11 - MORACEAE | 24 - PALMACEAE (Schellea Magdalena) |
| 12 - PALMACEAE | 25 - MORACEAE |
| 13 - PALMACEAE | 26 - LEGUMINOCEAE |

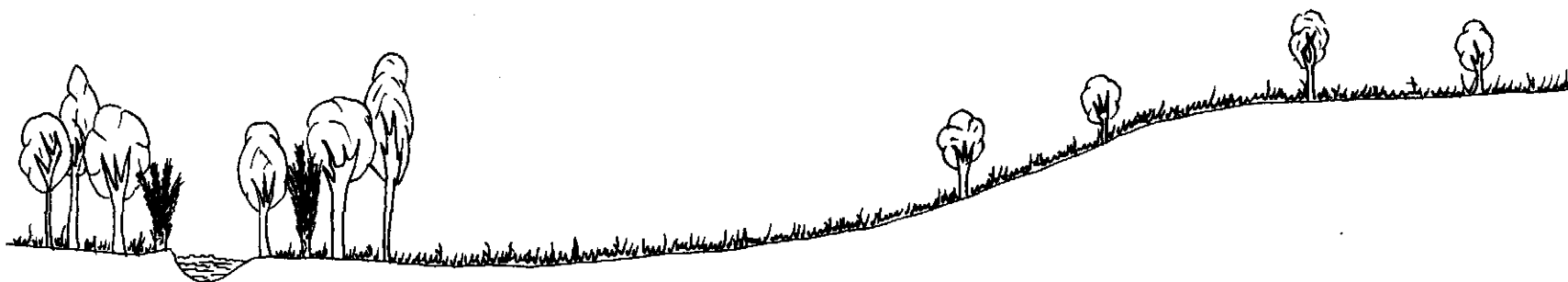
FIGURA 20. Perfil de vegetación 3
 Localización: Caño Urimica (Gaviotas - Vichada)
 Bosque Secundario de Galería.

Bosque de galería

Sabana baja

Sabana media

Sabana alta



Dendropanax arboreus.
Xylopia discreta
Trattinickia sp.
Enterolobium schomburgkii
Pentagonia sp.
Jacaranda copaia
Lacistema aggregatum
Coccoloba dugandiana
Bauhinia aromática
Scherolobium guianense
Mauritia minor
Además otros árboles, ar
bustos y palmas.

Lycopodium alopecuroides**
Blechnum serrulatum**
Panicum rudgei**
Hyptis conferta*

Andropogon virgatus***
Andropogon spp.***
Hyptis conferta**
Bulbostylis parodaxa**
Xylopia aromática*
Axonopus chrysoblepharis***
Curatella americana**

Andropogon virgatus***
Andropogon spp.***
Hyptis conferta**
Bulbostylis parodaxa**
Hyptis dilata*
Xylopia aromática**
Axonopus chrysoblepharis***
Curatella americana**

Presencia de especies en la sabana:

* : Escasa
** : Frecuente
*** : Muy frecuente

FIGURA 21. Perfil de la vegetación de Gaviotas
Cafío Urimica hacia la altillanura.

TABLA 18. Principales familias, géneros y especies de árboles, arbustos y hierbas presentes en los esteros, Urimica y Gaviotas*

Familia Acanthaceae

Nombre científico: Ruellia humboldtiana (Nees) Lindau

Características: Hierba de flores rojas carmín

Localización: sabanas y bosques cercanos al campamento Gaviotas

Nombre científico: Dicliptera sp.

Características: plantas con hojas blanquecinas en el envés. Flores mo
radas con anteras amarillas

Localización: Caño Urimica

Familia Anonaceae

Nombre científico: Xylopia spp. (emarginata)

Características: árbol de 22 m de altura con D.A.P.** de 20 cm, madera -
blanda buena, se utiliza para construcción, frutos verdes
y hojas coriáceas

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Guatteria aff. ferruginea St-Hill

Características: arbolito de 7 m de altura, hojas coriáceas y flores con
pétalos verdosos

Localización: Caño Urimica

*Lista tomada del herbario del Centro Las Gaviotas

**D.A.P. Diámetro a la altura del pecho.

Nombre científico: *Xylopia aromática* (Lam) Mart.

Características: arbustico de hojas coriáceas y frutos verdes púrpureos

Localización: Caño Urimica

Familia Araliaceae

Nombre científico: *Dendropanax arboreum* (L.) D.C. y Planch

Características: arbusto de 7 m de altura, madera blanda, hojas coriáceas
y frutos verdes

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: *Didymopanax morototonii* (Aubl)

Características: arbolito de 16 m de altura con un D.A.P. de 25 cm, madera
blanda, hojas áureas en el envés, frutos cinéreos

Localización: Caño cerca del campamento

Familia Anacardiaceae

Nombre científico: *Anacardium occidentale* L. (marañón)

Características: planta cultivada, con flores rosado-púrpúreas

Localización: campamento

Nombre científico: *Tapirira guayanensis* Aubl

Características: árbol de 18 m de altura con D.A.P. de 25 cm, madera suave para cortar y poco resistente a la intemperie, hojas coriáceas y botones verdes, frutos comestibles

Nombre científico: *Anacardium excelsum* Skeels (caracolí)

Características: árbol maderable

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Spondias mombin L. (Hobo)

Características: árbol de 6 m de altura, flores blancas, anteras cremosas, hojas coriáceas, corteza con ritidoma grueso, frutos amarillos y comestibles, madera blanda que no dura a la intemperie

Localización: Caño Urimica

Familia Apocynaceae

Nombre científico: Malouettia sp.

Características: arbustico de 4 m de altura, con hojas coriáceas, látex abundante, flores blancas

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Himatanthus articulata (Vaht)

Características: árbol de 25 m de altura con D.A.P. de 45 cm, corteza amarillenta con látex abundante, madera blanda, hojas coriáceas, frutos péndulos de color verde claro, botones amarillos

Localización: bosques de galería cerca al campamento

Nombre científico: Mandevilla sp.

Características: bejuco de látex abundante; flor amarilla y hojas con nervaduras rojas.

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Malouettia furfuraceae Spruce

Características: arbolito de 2 m de altura con hojas coriáceas, flores -
blancas y botones verdes

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Lacmellea edulis (Karst)

Características: arbolito de 8 m de altura con hojas quebradizas, botones
verdes con flores blancas, látex abundante

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Parahanchornia krukovii Monachinus

Características: árbol de 22 m de altura con D.A.P. de 40 cm, corteza par
da oscura, madera blanda de color crema, frutas globosas,
látex abundante

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Aristolochia sp.

Características: bejuco de olor característico usado como antiofídico, ho
jas coriáceas y flores púrpúreas, con nervaduras amari
llentas; la parte central de la flor es amarillenta; fru
tos verdes

Localización: Caño Urimica

Familia Aquifoliaceae

Nombre científico: Ilex sp.

Características: arbustico de 6 m de altura, hojas quebradizas, flores blancas y botones cremas

Localización: afluentes del caño Urimica

Familia Araceae

Nombre científico: Anthurium sp.

Características: planta que se desarrolla en la sombra sobre suelos húmedos

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Spatiphyllum cannifolium (Drian) Schott

Características: planta umbrófila, crece sobre suelos húmedos con humus, inundables en invierno; con polen crema, olor fragante

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Monstera sp,

Características: Epífita con espádice verdoso

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Philodendron sp.

Características: Epífita con espádice verdoso

Localización: Caño Urimica

Familia Coriocaraceae

Nombre científico: Coriocar sp.

Características: arbolito de 8 m de altura con hojas coriáceas, botones -

amarillentos

Localización: Caño Urimica

Familia Bignoniaceae

Nombre científico: Tabebuia sp.

Características: arbolito de 12 m de altura con un D.A.P. de 20 cm, madera dura, hojas coriáceas, botones rosados púrpuras, flores rosadas con la base blanca

Localización: al Sur del campamento

Nombre científico: Jacaranda caucana Pittier

Características: arbusto de 7 m de altura, pirófila, caducifolia de hojas verdes claras y flores moradas; ritidoma exfoliante en placas delgadas y largas no bien diferenciadas la forma, madera semidura. No dura a la intemperie.

Localización: zonas cercanas al campamento

Familia Bixaceae

Nombre científico: Bixa sp.

Característica: arbustico de 1.50 m de altura

Localización: Caño Urimica

Familia Borraginaceae

Nombre científico: Cordia nodosa

Característica: árbol de 3 m de altura, flores blanquecinas. Los folíolos

con hormigas negras, madera blanda

Localización: Caño Urimica

Familia Bombacaceae

Nombre científico: Bombacopsis sp.

Localización: Caño Urimica

Familia Burceraceae

Nombre científico: Trattinickia sp.

Característica: árbol de 30 m de altura con D.A.P. de 35 cm, corteza con
resina de olor agradable de uso medicinal, madera blanda
y de uso comercial, hojas coriáceas y frutos verdes

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Protium calanense (Cuatrecasas)

Características: árbol de 9 m de altura, exudado acuoso, olor agradable,
flores verde amarillentas, madera blanda para cortar, cor
teza pardo oscura sin fisuras

Localización: bosques de galería

Nombre científico: Protium guianensis

Característica: árbol de 25 m de altura con D.A.P. de 30 cm, corteza par
do clara, resina de olor agradable, madera blanda; botones
verdes, flores verde amarillentas, frutos rojos maduros

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Protium colombianum

Característica: arbolito de 10 m de altura, hojas coriáceas y frutos verdes purpúreos, olor agradable muy característico

Localización: sabanas entre Gaviotas y Caño Urimica

Nombre científico: Tetragastris mucronata (Rusby)

Característica: árbol de 20 m de altura con un D.A.P. de 50 cm, hojas coriáceas. Frutos verdes. Olor característico. Corteza grisácea. Madera blanda, se usa para construcción

Localización: Caño Urimica

Familia Caesalpinaceae

Nombre científico: Macrolobium sp.

Característica: árbol de 25 m de altura con un D.A.P. de 35 cm, madera semidura, hojas coriáceas, corteza parda

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Cassia lucens Vog.

Característica: arbustivo de 5 m de altura, con flores amarillas

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Cassia patellaris

Característica: hierba de flores amarillas

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Cassia moschata H.B.K.

Característica: árbol de 12 m de altura con un D.A.P. de 30 cm, frutos verdes

des y negros cuando maduros, hojas brillantes, madera du
ra, pesada y resistente a la intemperie

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Maclobium angustifolium (Benth) Cowan

Característica: árbol de 10 m de altura flores cremosas con estambres ro
jos

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Bauhinia guianensis

Característica: bejuco de hojas coriáceas, botones amarillos, flores blan
co cremosas, filamentos blancos, anteras amarillas

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Bauhinia unguolata

Característica: arbusto de 4 m de altura, madera dura, hojas coriáceas. Bo
tones verdes, flores con estambres rojos, frutos purpúreos
por el lado que les da el sol

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Chamaecrista brevipes (D.C.) Greene

Característica: hierba arbustiva de flores amarillas

Localización: sabana y bosques cerca del campamento

Familia Celastraceae

Nombre científico: Goupia glabra

Característica: árbol de 20 m de altura con un D.A.P. de 45 cm, madera pa

ra ebanistería, construcción; hojas coriáceas y botones -
verdosos

Localización: Caño Urimica

Familia Clusiaceae

Nombre científico: Simphonia macriphylla R.E. Schultes

Característica: árbol de 25 m de altura, con un D.A.P. de 30 cm, corteza amarilla con exudado amarillo escaso y pegajoso, madera medianamente dura, hojas quebradizas, botones rojos carmín, pétalos con el borde superior negro, estilo cremoso, anteras negras, polen carmelita y pegajoso

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Clusia sp.

Característica: arbusto de 6 m de altura, hojas quebradizas, exudado amarillo y frutos verdes

Localización: sabanas

Nombre científico: Calophyllum brasiliense Camb.

Característica: árbol de 22 m de altura con D.A.P. de 19 cm, fisurado, con exudado amarillo y pegajoso, madera medianamente blanda - con duramen rojo; se utiliza para construcción

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Calophyllum lucidum

Característica: árbol de 15 m de altura, de corteza fisurada, hojas que

bradizas, exudado amarillo; madera para construcción

Localización: Caño Urimica

Familia Cochlospermaceae

Nombre científico: Cochlospermm sp.

Características: arbusto de 4 m de altura, corteza fibrosa; caducifolio y
de flores amarillas

Localización: Caño Urimica

Familia Compositaceae

Nombre científico: Eupatorium laevigatum Lam.

Característica: planta arbustiva de hojas coriáceas y botones verdes

Localización: sabanas y bosques cerca del campamento

Nombre científico: Elephantopus sp.

Característica: hierba de flores blancas, maleza de potreros

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Acanthospermum australe (Loefl) Kunze

Característica: rastrojera de flores amarillas

Localización: sabanas

Nombre científico: Eupatorium laevigatum Lam.

Característica: hierba de hojas coriáceas y botones verdes

Localización: sabanas y bosques cerca del campamento

Familia Convolvulaceae

Dentro de esta familia se encuentran muchas plantas pirófilas

Nombre científico: Ipomea argentata Meissn

Localización: cercanías del campamento

Nombre científico: Merremia aturenses (H.B.K.) Hall. F.

Característica: bejuco de flores blancas

Localización: sabanas

Familia Connaraceae

Nombre científico: Connarus marginatus Planch

Característica: bejuco de flores blancas y frutos verde claros

Localización: Caño Urimica

Familia Cyperaceae

Nombre científico: Eleocharis pactystyla (C.Wright) Clarke

Característica: en suelos húmedos, con flores cremosas

Localización: sabanas y bosques cerca del campamento

Nombre científico: Rhynchospora cephaloles (L) Vahl.

Característica: con inflorescencia verdosa

Localización: sabanas

Familia Dilleniaceae

Nombre científico: Davillia sp

Característica: bejuco de color rojizo, con agua potable, hojas coriáceas

ásperas, botones verdes, pétalos blancos y anteras amarillas fragantes

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Davilla áspera (Aubl) Benoist

Característica: bejuco de botones verdosos y hojas ásperas

Localización: sabanas

Nombre científico: Curatella americana

Característica: arbolito de ocho metros de altura, con hojas ásperas, botones verdes y flores blancas; madera con raíces bastante visibles

Localización: arbusto aislado en todas las sabanas

Familia Erythroxylaceae

Nombre científico: Erythroxylum coca Lamarck

Característica: arbusto de 3 m de altura, de hojas coriáceas y cinéreas en el envés, botones verdes

Localización: Caño Urimica

Familia Eriocaulaceae

Nombre científico: Paepalanthus sp.

Característica: plantas con inflorescencia blanca (herbáceas)

Localización: sabanas y bosques cercanas al campamento

Familia Euphorbiaceae

Nombre científico: Leiphaimos aphylla (Jacqu) Gilg.

Característica: hierba pequeña, color blanco cremoso

Localización: Caño Urimica

Nombre científico: Clatropis sp.

Características: árbol de 20 m de altura, con un D.A.P. de 28 cm, corteza pardo-blanca, duramen rojo oscuro

Nombre científico: Gliricidia sepium

Características: arbolito de 8 m de altura, muy ramificado, hojas coriáceas, flores rosadas. Se usa como cerca viva en Las Gaviotas

Localización: alrededores del campamento

Familia Fabaceae

Nombre científico: Lacistema intermedium

Características: arbolito de 5 m de altura, con hojas coriáceas, amentos verdeoamarillentos

Localización: estero Urimica

Familia Graminaceae

Nombre científico: Paspalum minus fourn

Característica: pasto de pantano

Localización: sabanas cerca de Las Gaviotas

Nombre científico: Eragrostis ciliaris

Característica: herbácea con espigas azulosas

Localización: Caño Urimica, sabanas

Nombre científico: Saglotis mattogrossensis

Característica: árbol de 16 m de altura, corteza pardo clara, roja por dentro; madera dura, buen uso. Hojas quebradizas, inflorescencia y frutos claros

Familia Hipericaceae

Nombre científico: Vismia angusta Miq.

Característica: arbustivo de 8 m de altura, hojas coriáceas, flores verdosas. Exudado lacre. Ritidoma exhalante y de color marrón

Familia Lauraceae

Nombre científico: Nectandra sp

Característica: árbol de 12 m de altura con un D.A.P. de 18 cm. La madera se usa para postes en las cercas de la región, su color es amarillo

Nombre científico: Endlicheria serviceae

Característica: arbolito de 5 m de altura, hojas ferruginosas

Nombre científico: Aniba ponurensis (Meinsser) Mez.

Característica: arbolito de 8 m de altura, madera de color amarillo y hojas coriáceas

Nombre científico: Nectandra pichurim H.B.K. Mez.

Característica: árbol de 28 m de altura con un D.A.P. de 40 cm, madera du
ra color amarillo

Nombre científico: Nectandra rutinaria

Característica: árbol de 15 m de altura, con un D.A.P. de 20 cm. La cortez
a es de color pardo y la madera es de color amarillo; las
hojas son coriáceas

Familia Moraceae

Nombre científico: Pouruma sp.

Características: árbol de 16 m de altura, con un D.A.P. de 15 cm, sus hojas
son coriáceas grandes y lobuladas

Nombre científico: Ficus sp.

Características: árbol de 15 m de altura, con un D.A.P. de 35 cm. Presenta
abundante látex

Familia Musaceae

Nombre científico: Phenacospermum guayanensis (Peterson)

Característica: planta de 6 m de altura, con un D.A.P. de 15 cm, sus hojas
son rígidas

Familia Myristicaceae

Nombre científico: Iryanthera sp.

Características: árbol de 12 m de altura, con un D.A.P. de 18 cm, la madee

ra es blanda y la corteza roja

Nombre científico: Virola sp.

Característica: árbol de 16 m de altura, con un D.A.P. de 20 cm, la madera es blanda y poco resistente a la intemperie

Nombre científico: Dialhyntera permifolia

Característica: árbol de 25 m de altura, con un D.A.P. de 35 cm, su madera es blanda y liviana

Familia Palmaceae

Nombre científico: Jessenia polycarpa (Karst)

Característica: palma de cuyo fruto se extrae el llamado aceite amarillo, útil como alimento, así como también en usos medicinales. Los indígenas fabrican cerbatanas y dardos del estipe de esta palma

Nombre científico: Sacratea elegans

Características: palma de 20 m de altura, con un D.A.P. de 18 cm, de raíces fúlcreas con espinas, hojas divididas, de 3 a 3.5 m de longitud, coriáceas

Nombre científico: Mauritia minor Burret

Características: palma frecuente en las orillas de los esteros, formando los llamados "morichales", sus hojas se utilizan para techar las casas y para fabricar hamacas de menor valor que las de Cumare.

Nombre científico: Astrocaryum vulgare Mart.

Características: palma llamada "cumare", crece fácilmente de los frutos caídos. De sus hojas jóvenes se saca la materia prima para la fabricación de las hamacas

Nombre científico: Bactris cuvaró

Características: palma cespitosa nace en grupos, tiene tallos delgados y espinosos, de hojas pinadas

Nombre científico: Oenocarpus minor

Características: palma de 20 m de altura, tronco grácil, hojas pinadas dispuestas en cuatro planos

Familia Rosaceae

Nombre científico: Licania sp.

Características: árbol de 25 m de altura, con un D.A.P. de 35 cm, la madera es dura y resistente

Nombre científico: Couepia sp.

Características: árbol de 15 m de altura, con ramas penduladas y hojas coriáceas

Nombre científico: Licania heteromorpha

Características: árbol de 20 m de altura, con un D.A.P. de 35 cm, la madera es resistente a la intemperie y de buena dureza

Nombre científico: Chrysobalanus icaco (L.)

Características: arbolito de 8 m de altura. La inflorescencia es blanca y su madera es de color rosado

Nombre científico: Hirtella racemosa

Características: árbol de 18 m de altura, con un D.A.P. de 18 cm. La madera es dura y sus hojas son coriáceas y quebradizas

Nombre científico: Hirtella adenophora

Características: arbolito de 5 m de altura, con un D.A.P. de 8 cm. La madera es dura y las hojas coriáceas

Familia Rubiaceae

Nombre científico: Alibertia exagina

Característica: arbolito de 5 m de altura, con hojas coriáceas y flores blancas

Nombre científico: Psychoria capitata

Características: arbusto de 2 m de altura, con hojas coriáceas, su inflorescencia es amarilla y la madera es suave

Nombre científico: Pasoqueria sp.

Características: arbolito de 6 m de altura, con un D.A.P. de 12 cm. Las hojas son coriáceas

Nombre científico: Duroia sp.

Características: arbolito de 5 m de altura. La madera es dura y su inflorescencia blanca.

TABLA 19. Lista de especies que serán experimentadas en el vivero de IN
DERENA Las Gaviotas

Albizzia gerachapelle

Anacardium excelsum

Cedrela odorata

Clorophora excelsa

Eucalyptus alba

" camandulensis

" citriodora

" grandis

" robusta

" saligna

" Terecticornis

Pinus caribea

" hondurensis

Switenia macrophylla

Tectona grandis

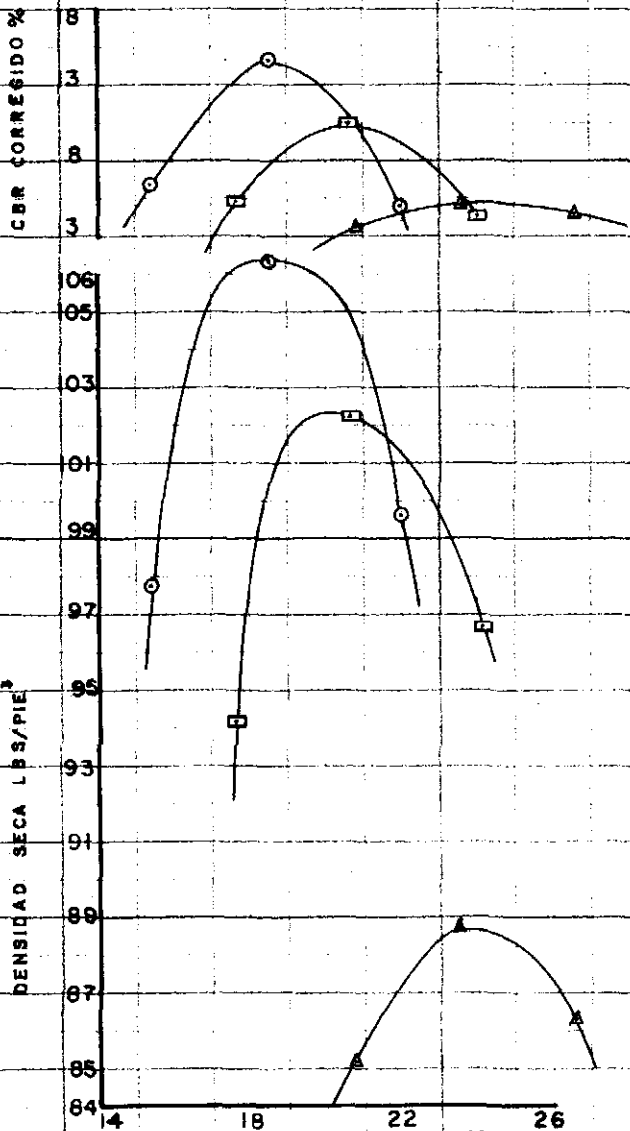
Terminalia superba

Terminalis ivorensis

Karya ivorensis

Durante el reconocimiento de campo se observó que de esta lista únicamente se estaba experimentando con Tectona grandis, Eucalyptus globulus y Eucalyptus camandulensis. La tectona grandis presentaba mala germinación por ataque en las hojas. El Eucalyptus camandulensis a los cuatro días de sembrado tenía buena germinación.

CBR DE LABORATORIO

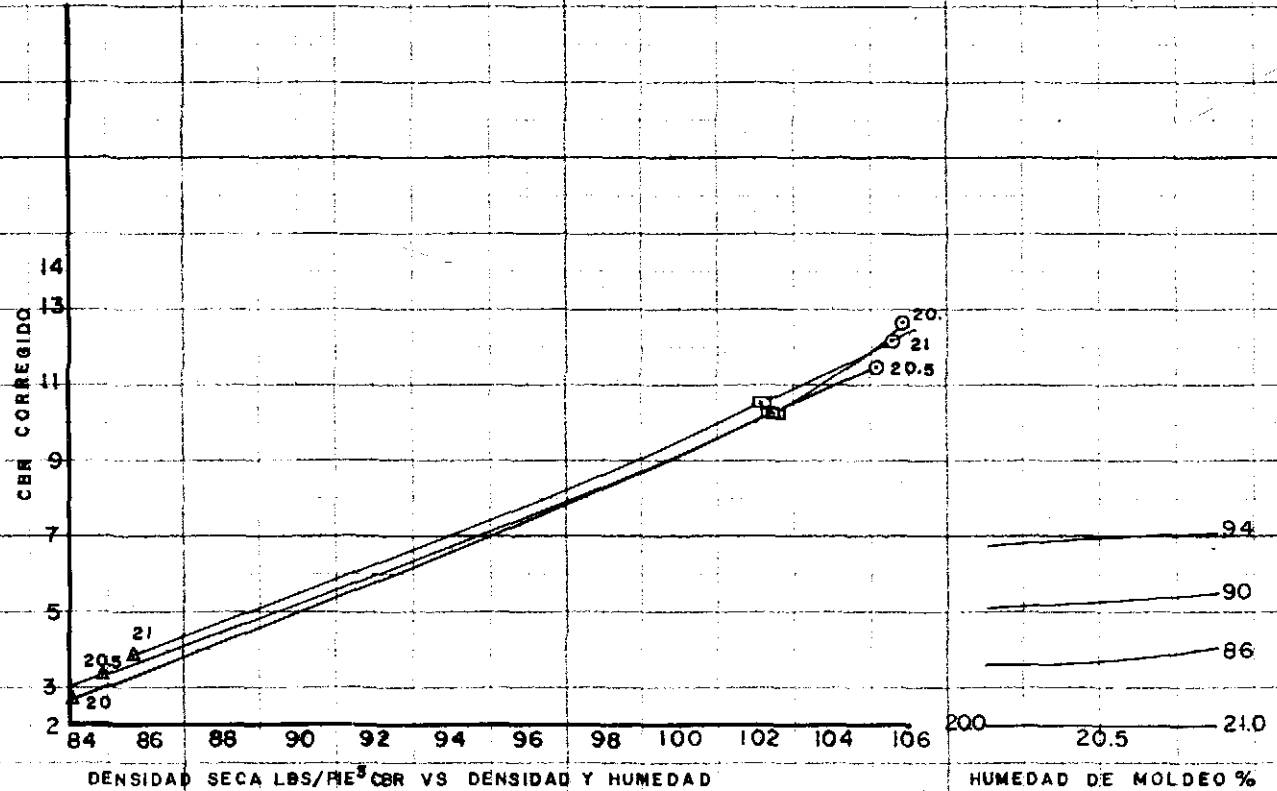


CLASIFICACION

A.A.S.H.O. A-7-6
 U.S.C. CL
 L. LIQUIDO 44%
 I. PLASTICIDAD 22%
 EXPANSION 0%

CONVENCIONES

○ 55 GOLPES
 □ 26 " "
 △ 12 " "



IGAC

SUBDIRECCION AGROLOGICA

SECCION FISICA DE SUELOS

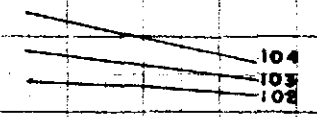
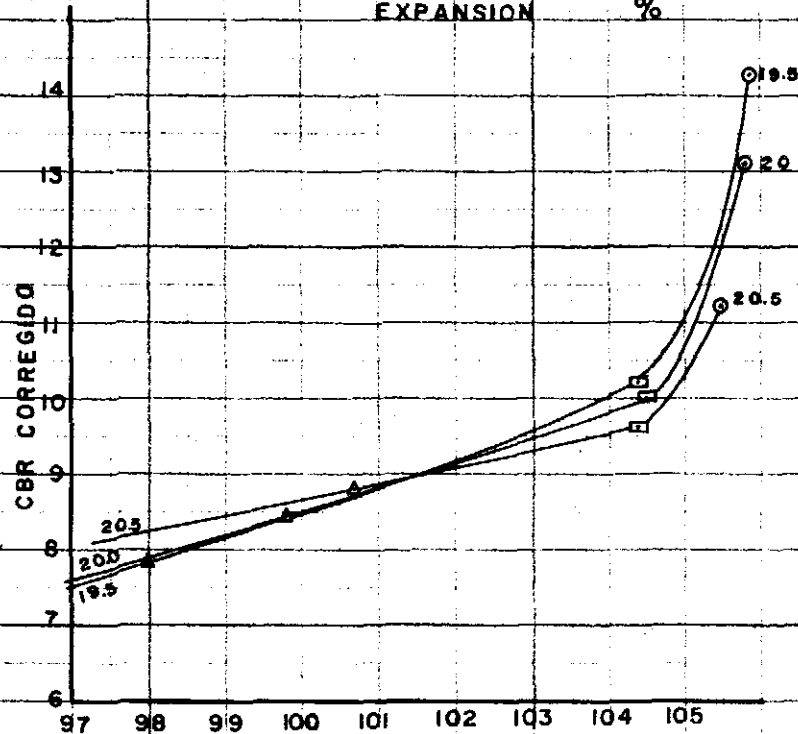
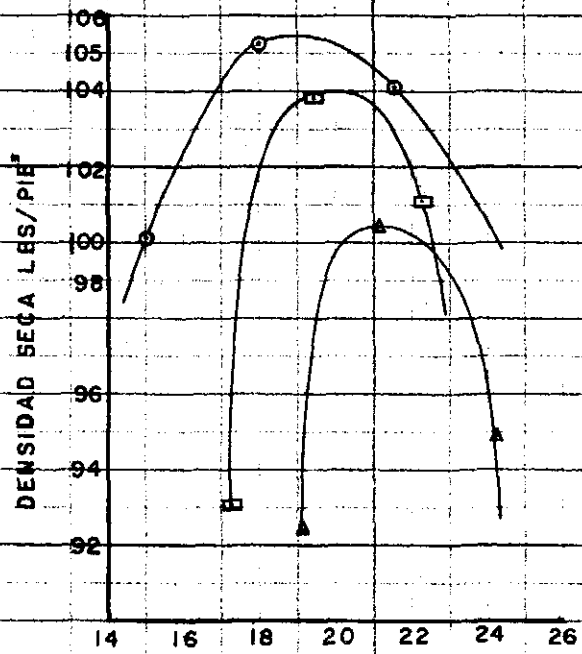
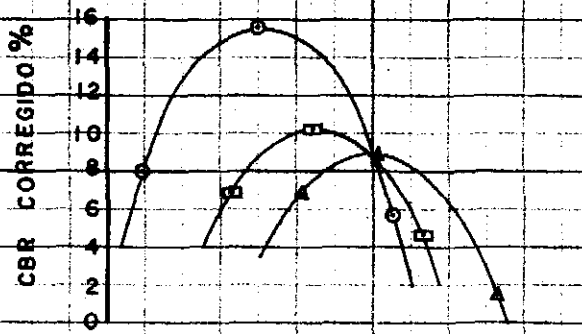
SERIE GAVIOTAS PG 16 PROF.(17-35)CM

PREPARO: A.F.P.	REVISO H.C.F.
ESCALAS INDICADAS	
ABRIL 1974	FIG. N° 22

CBR LABORATORIO

CLASIFICACION
 AASHO A-7-6
 U.S.C. CL
 L.LIQUIDO 47%
 I.PLASTICIDAD 22%
 EXPANSION %

CONVENCIONES
 ○ 55 GOLPES
 □ 26 "
 ▲ 12 "



HUMEDAD DE MOLDEO %
 DENSIDAD Y CBR VS HUMEDAD

DENSIDAD SECA LBS/PIE³
 HUMEDAD DE MOLDEO

IGAC

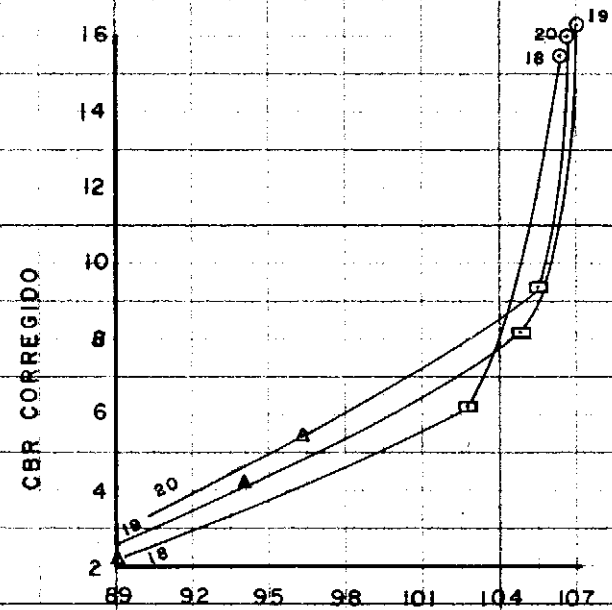
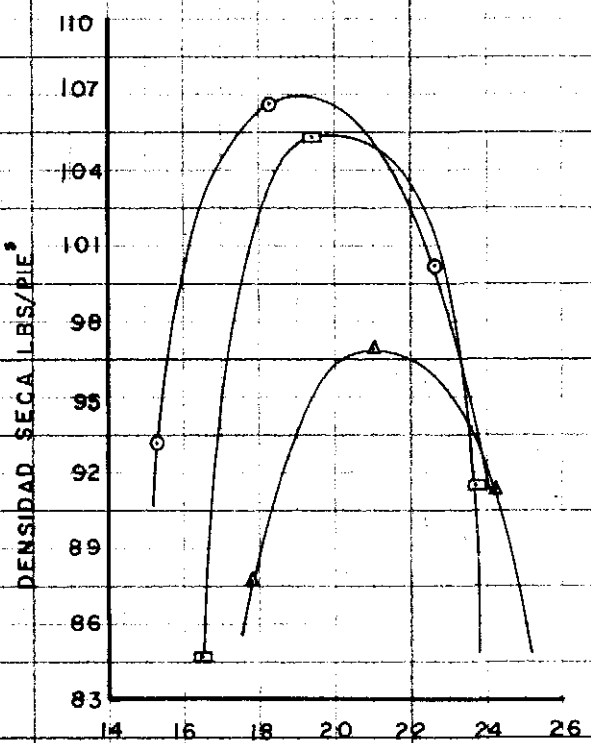
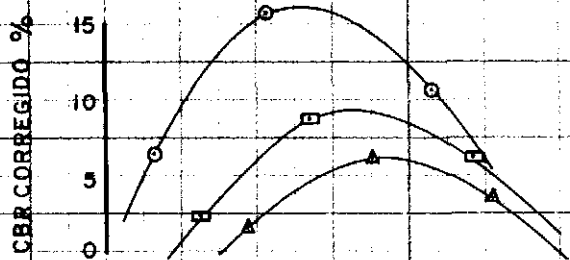
SUBDIRECCION AGROLOGICA

SECCION FISICA
 DE
 SUELOS

SERIE GAVIOTAS
 PG 16 PROF (35.70)CM

PREPARO A.E.P.	REVISO H.C.F.
ESCALAS INDICADAS	
ABRIL 1974	FIG N° 23

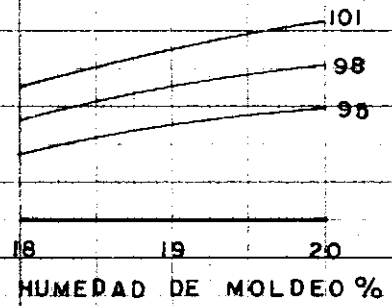
CBR DE LABORATORIO



CLASIFICACION		CONVENCIONES	
A.A.S.H.O.	A-7-6	○	55 GOLPES
U.S.C.	MHCH	□	26 "
L. LIQUIDO	56 %	△	12 "
L. PLASTICIDAD	28 %		
EXPANSION	0 %		

DENSIDAD Y CBR VS HUMEDAD

CBR VS DENSIDAD Y HUMEDAD



IGAC

SUBDIRECCION AGRICOLA

SECCION FISICA DE SUELOS

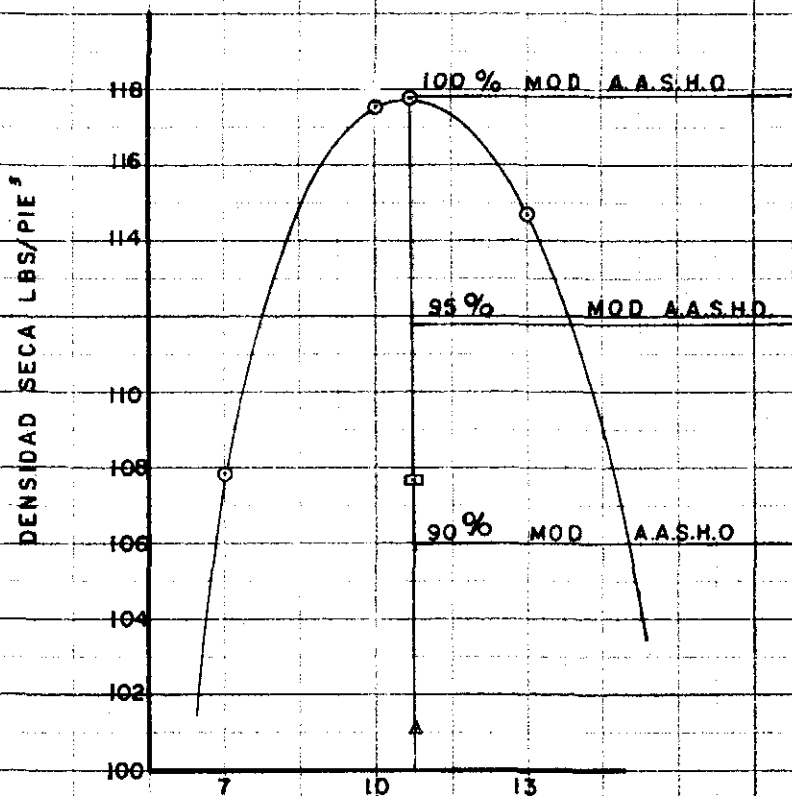
SERIE GAVIOTAS PG 16 PROF.(70-150)CM

PREPARO: A.F.P. ABRIL 1974

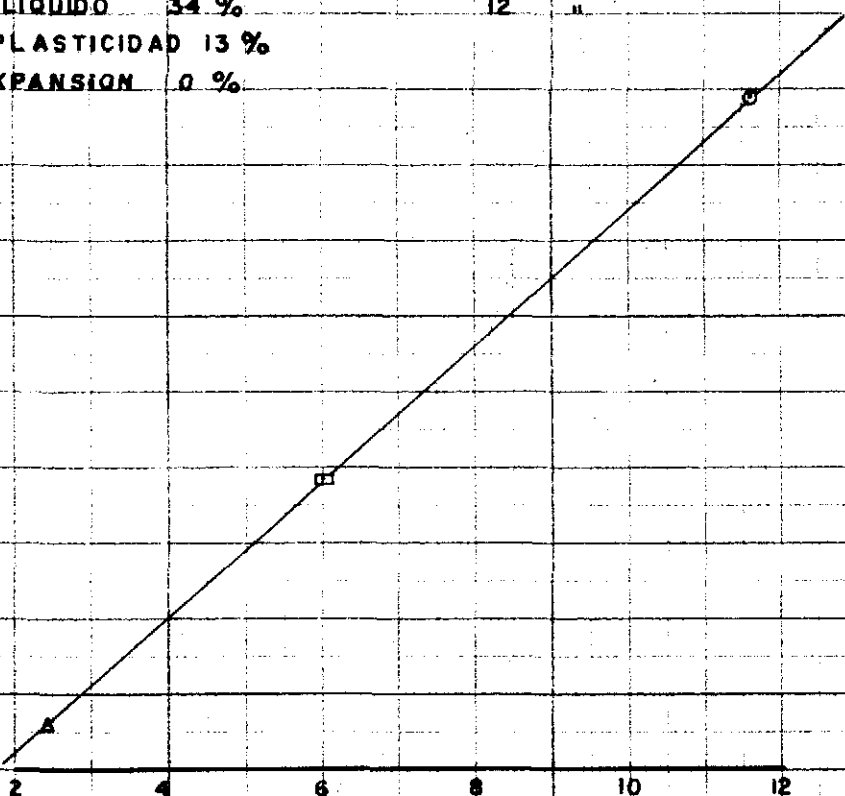
REVISO: H.C.F. ESCALAS INDICADAS FIG. N° 24

CBR DE LABORATORIO

CLASIFICACION		CONVENCIONES	
A.A.S.H.O.	A-2-6	55	GOLPES
U.S.C.	S.C.	26	"
L. LIQUIDO	34 %	12	"
I. PLASTICIDAD	13 %		
EXPANSION	0 %		



DENSIDAD Y CBR VS. HUMEDAD



DENSIDAD VS CBR

IGAC

SUBDIRECCION AGROLOGICA

SECCION FISICA DE SUELOS

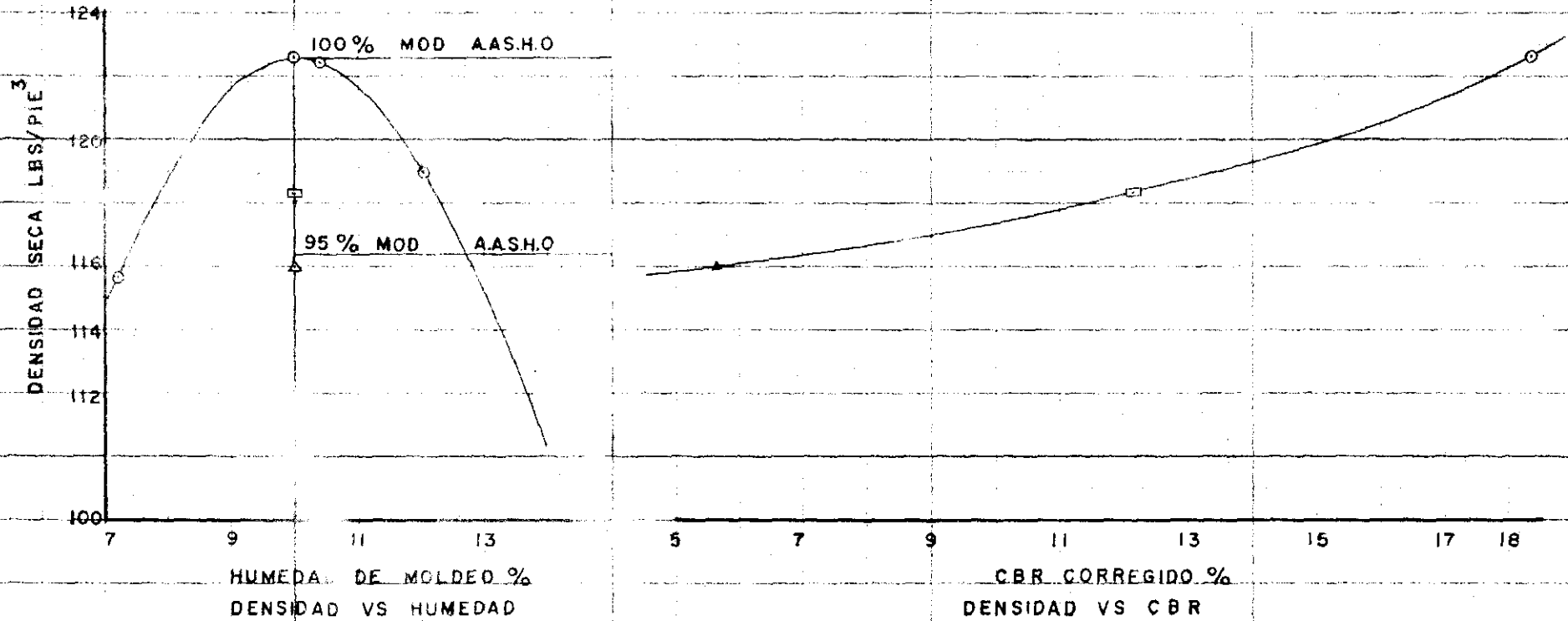
SERIE JERARQUIA PG 17 PROF (25+50)CM

PREPARO A.F.P.	REVISO H.C.F.
ESCALAS INDICADAS	
ABRIL 1974	FIG. N° 25

CBR DE LABORATORIO

CLASIFICACION
 AASHO : A.4
 USC. : SMD
 LIQUIDO : NL
 PLASTICIDAD : 0 %
 EXPANSION : 0 %

CONVENCIONES
 55 GOLPES
 26 "
 12 "



IGAC

SUBDIRECCION AGROLOGICA

SECCION FISICA DE SUELOS

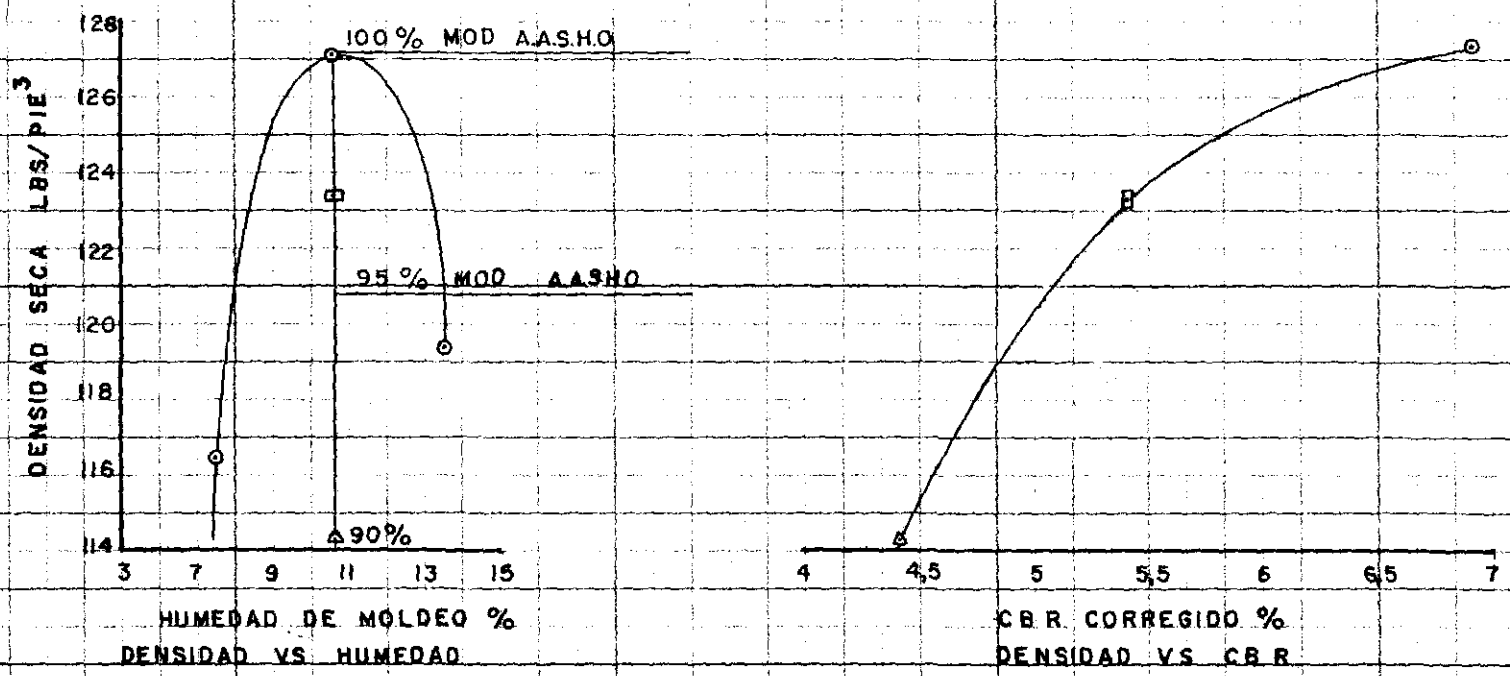
SERIE MACONDO
 PG 10. PROE.(10-45)CM

PREPARO A.E.P.	REVISO H.C.F.
ESCALAS INDICADAS	
ABRIL 1974	FIG. N° 27

CBR DE LABORATORIO

CLASIFICACION
 A.A.S.H.O. A-4
 U.S.C. S.C
 L.LIQUIDO 23 %
 I.PLASTICIDAD 10 %
 EXPANSION 0 %

CONVENCIONES
 55 GOLPES
 26 "
 12 "



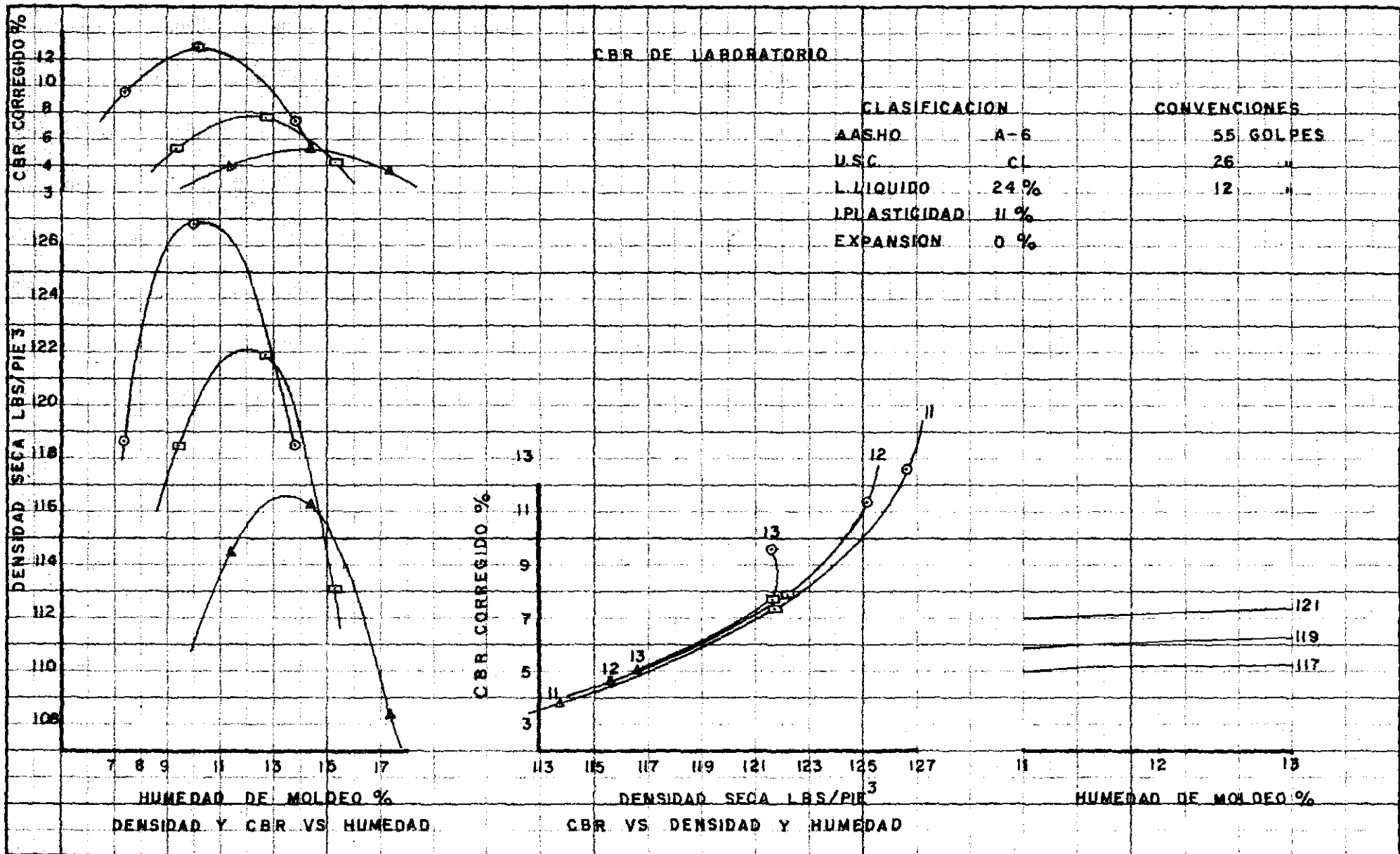
IGAC

SUBDIRECCION AGROLOGICA

SECCION FISICA
 DE
 SUELOS

SERIE MACONDO
 PG. 10 PROF. (45-85) CM

PREPARO: A.F.P.	REVISO: H.C.F.
ESCALAS INDICADAS	
ABRIL 1974	FIG. N° 28



IGAC	SUBDIRECCION AGROLOGICA	SECCION FISICA DE SUELOS	SERIE MACONDO PG 10 PROF.(85-150)CM	PREPARO A.F.R	REVISO H.C.F.
				ESCALAS INDICADAS	
				ABRIL 1974	FIG N°29

TABLA 20. Prueba de infiltración I - 1

Serie : Gaviotas (GAa-1)
 Fecha: Agosto 28/73
 Cobertura: Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm/hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1.5	1.5	9.0	
	1	2	1.0	2.5	6.0	
	1	3	0.5	3.0	3.0	
	2	5	1.0	4.0	3.0	
	5	10	2.0	6.0	2.4	
	10	20	2.5	8.5	1.5	
	10	30	2.5	11.0	1.5	
	15	45	3.0	14.0	1.2	
1	15	60	4.5	18.5	1.8	18.5
	30	90	6.5	25.0	1.3	
2	30	120	5.5	30.5	1.1	12.0
	30	150	5.0	35.5	1.1	
3	30	180	5.0	40.5	1.0	10.0
	30	210	5.5	46.0	1.1	
4	30	240	5.0	51.0	1.0	10.5

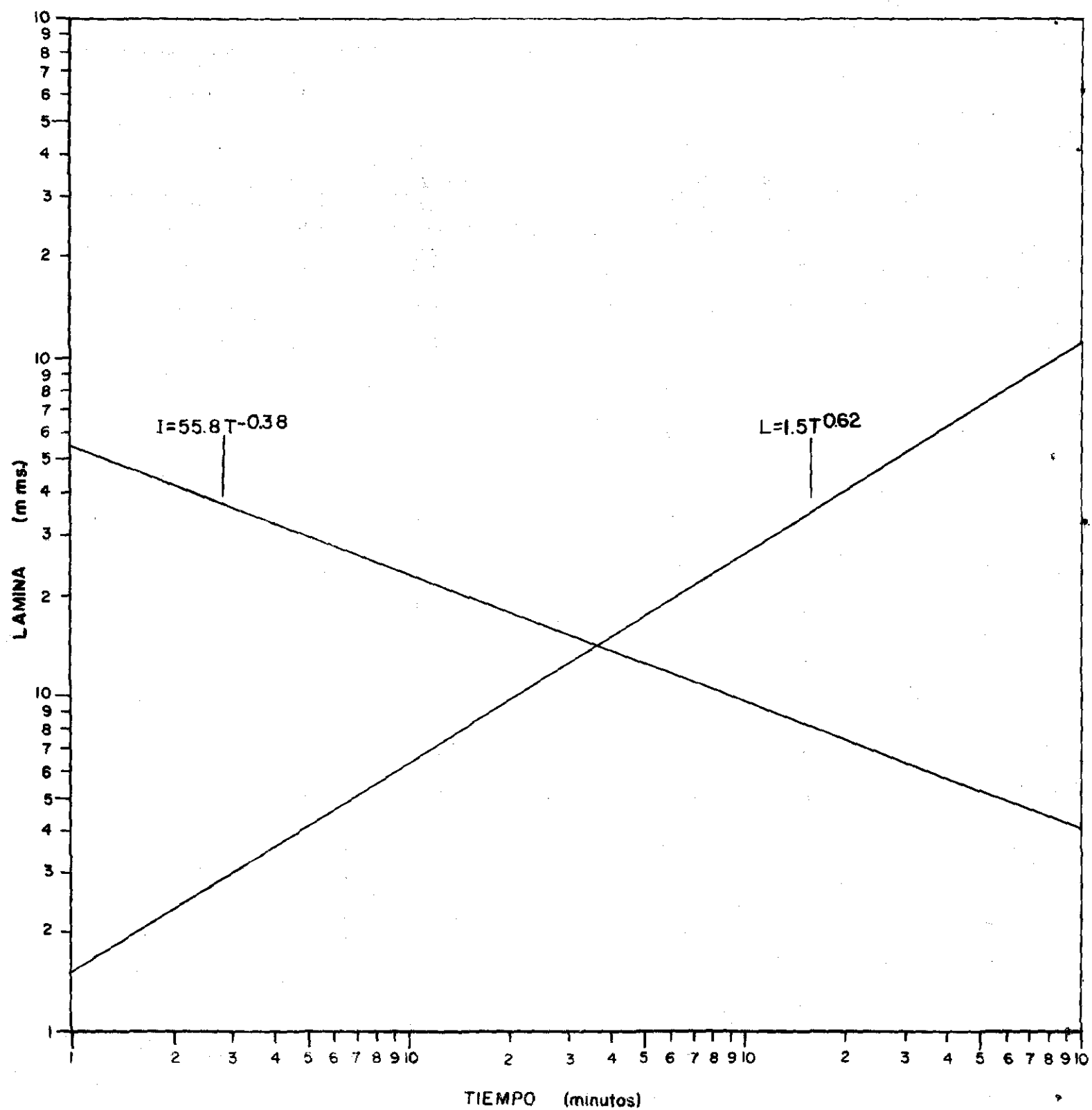


FIGURA 30 Prueba de infiltración I-I Serie Gaviotas (GAa-1)

TABLA 20a. Prueba de infiltración I - 4

Serie : Gaviotas (GAA-2)

Fecha : Agosto 31/73

Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm /hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1.7	1.7	10.2	
	1	2	0.0	1.7	0.0	
	1	3	0.3	2.0	1.8	
	2	5	0.0	2.0	0.0	
	5	10	0.7	2.7	0.84	
	10	20	1.6	4.3	0.96	
	10	30	1.7	6.0	1.92	
	15	45	2.3	8.3	0.92	
1	15	60	1.7	10.0	0.68	10.0
	30	90	3.3	13.3	0.66	
2	30	120	2.7	16.0	0.54	6.0
	30	150	-	-	-	
3	30	180	6.6	22.6	1.32	6.6
	30	210	-	-	-	
4	30	240	6.7	29.3	1.34	6.7

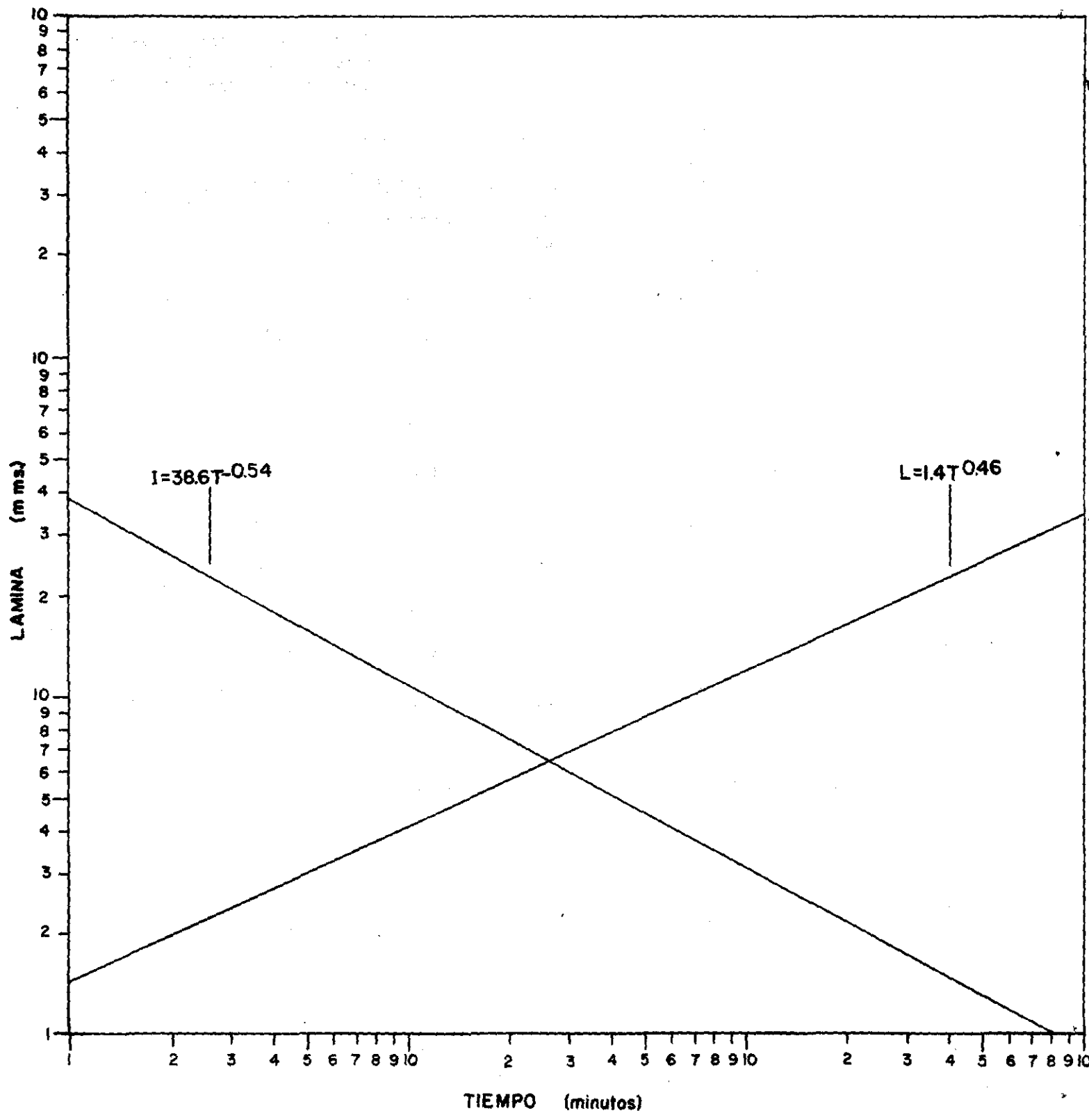


FIGURA 30a Prueba de infiltración I-4 Serie Gavlotas (GAa-2)

TABLA 20b. Prueba de infiltración I - 5

Serie : Gaviotas (GAa-1)

Fecha : Septiembre 6/73

Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm/hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	2.5	2.5	15.0	
	1	2	2.0	4.5	12.0	
	1	3	0.5	5.0	3.0	
	2	5	1.0	6.0	3.0	
	5	10	3.0	9.0	3.6	
	10	20	1.5	10.5	0.9	
	10	30	1.0	11.5	0.6	
	15	45	2.5	14.0	1.0	
1	15	60	3.0	17.0	1.2	17
	30	90	6.5	23.5	1.3	
2	30	120	9.5	33.0	1.9	16
	30	150	7.0	40.0	1.4	
3	30	180	5.0	45.0	1.0	12
	30	210	8.0	53.0	1.6	
4	30	240	7.0	60.0	1.4	15

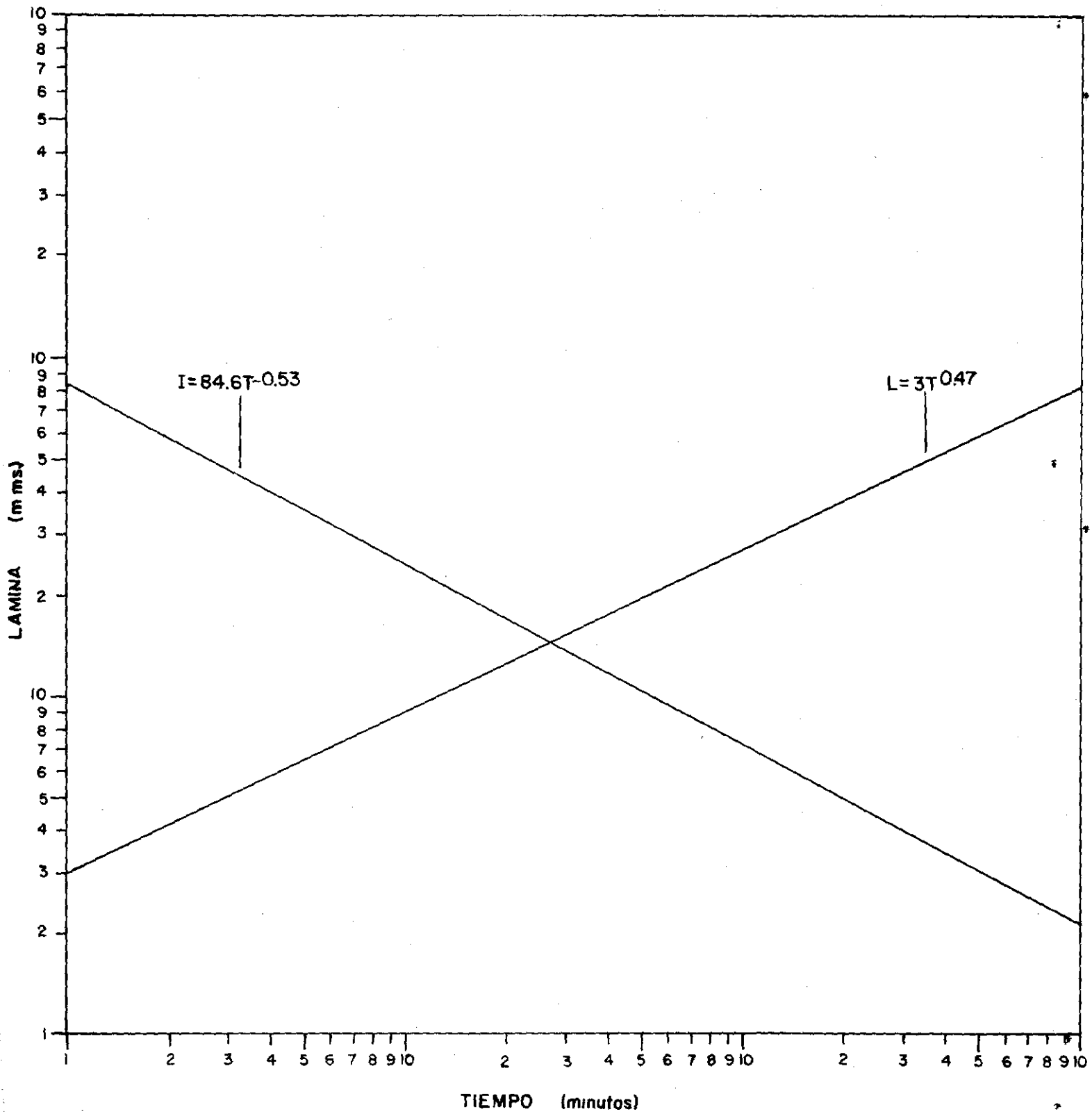


FIGURA 30b Prueba de infiltración I-5 Serie Gaviotas (GAa-1)

TABLA 20c. Prueba de infiltración I - 9

Serie : Gaviotas (GAa-2)
 Fecha : Septiembre 13/73
 Cobertura : Paja natural
 Observaciones : Lluvia -
 día anterior.

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm /hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1.5	1.5	9.0	
	1	2	1.0	2.5	6.0	
	1	3	1.5	4.0	9.0	
	2	5	0.5	4.5	1.5	
	5	10	0.0	4.5	0.0	
	10	20	0.0	4.5	0.0	
	10	30	1.0	5.5	0.6	
	15	45	1.5	7.0	0.6	
1	15	60	1.5	8.5	0.6	8.5
	30	90	2.0	10.5	0.4	
2	30	120	2.0	12.5	0.4	4.0
	30	150	1.5	14.0	0.3	
3	30	180	2.0	16.0	0.4	3.5
	30	210	3.5	19.5	0.7	
4	30	240	3.0	22.5	0.6	6.5

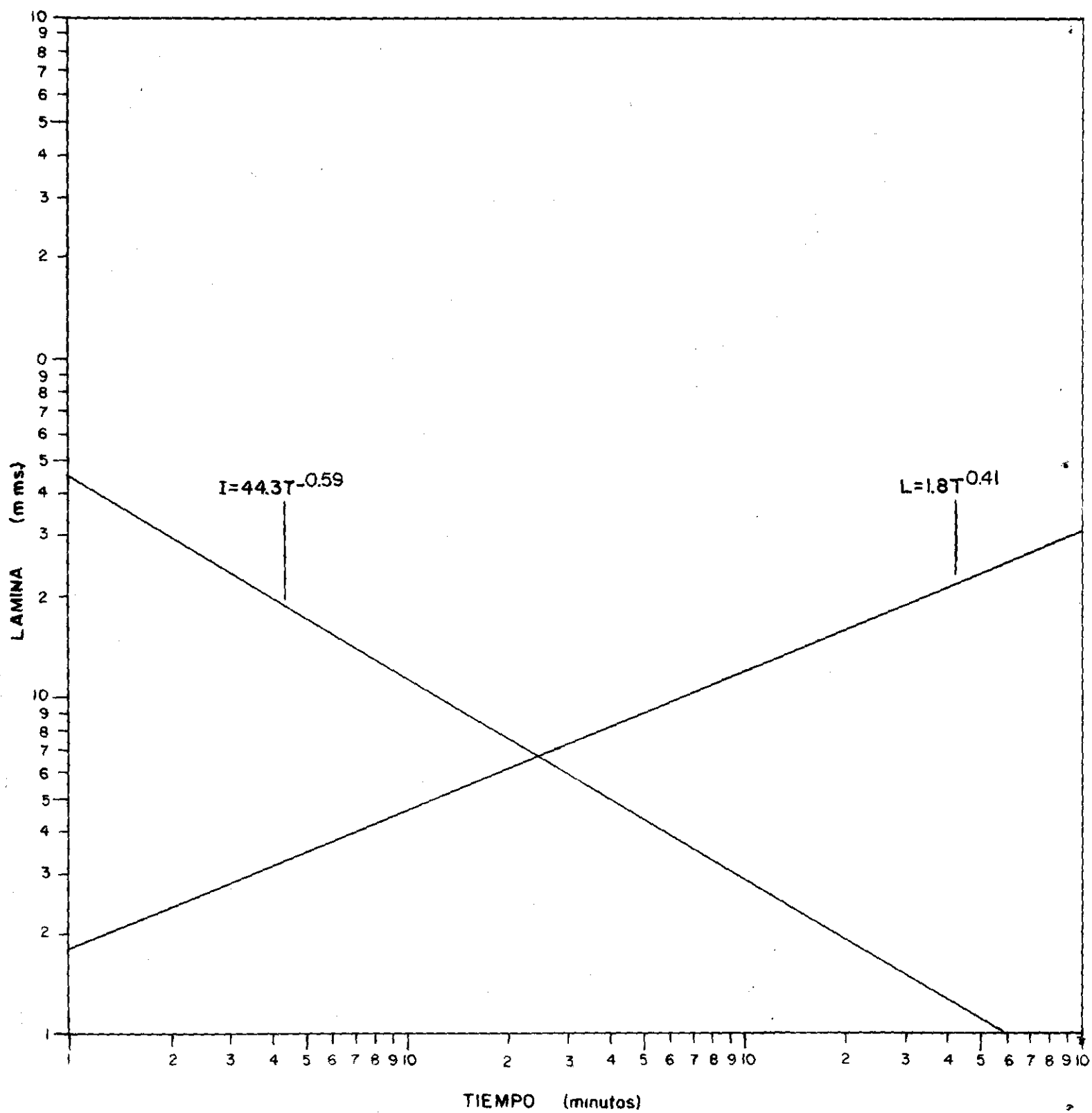


FIGURA 30c Prueba de infiltración I-9 Serie Gaviotas (GAa-2)

TABLA 20d. Prueba de infiltracion I - 10

Serie : Gaviotas (GAa-1)
 Fecha : Septiembre 14/73
 Cobertura : Paja natural
 Observaciones : Lluvia -
 día anterior.

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm /hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1.7	1.7	10.20	
	1	2	1.6	3.3	9.60	
	1	3	1.0	4.3	6.00	
	2	5	0.4	4.7	1.20	
	5	10	1.0	5.7	1.20	
	10	20	1.3	7.0	0.78	
	10	30	1.7	8.7	1.02	
	15	45	0.6	9.3	0.24	
1	15	60	1.7	11.0	0.68	11.0
	30	90	4.0	15.0	0.80	
2	30	120	2.6	17.6	0.52	6.6
	30	150	3.4	21.0	0.68	
3	30	180	3.6	24.6	0.72	7.0
	30	210	3.7	28.3	0.74	
4	30	240	2.7	31.0	0.54	6.4

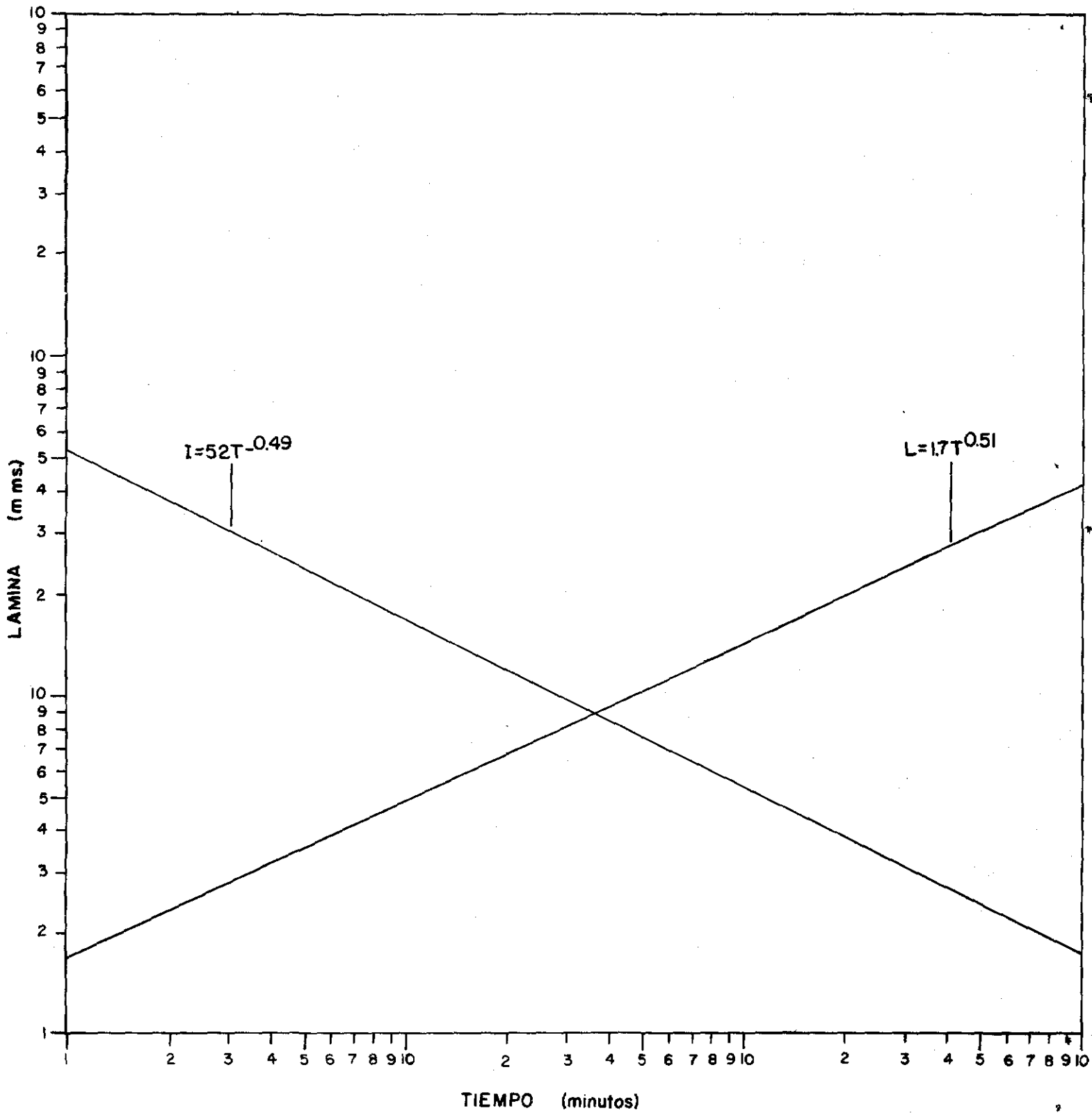


FIGURA 30d Prueba de infiltración I-10 Serie Gaviotas (GAa-1)

TABLA 20e. Prueba de infiltración I - 11

Serie : Gaviotas (GAa-2)
 Fecha : Septiembre 18/73
 Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		. I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm/hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1.0	1.0	6.0	
	1	2	0.5	1.5	3.0	
	1	3	0.5	2.0	3.0	
	2	5	1.5	3.5	4.5	
	5	10	2.5	6.0	3.0	
	10	20	4.5	10.5	2.7	
	10	30	3.5	14.0	2.1	
	15	45	5.5	19.5	2.2	
1	15	60	5.0	24.5	2.0	24.5
	30	90	9.0	33.5	1.8	
2	30	120	8.5	42.0	1.7	17.5
	30	150	9	51.0	1.8	
3	30	180	9.5	60.5	1.9	18.5
	30	210	9.5	70.0	1.9	
4	30	240	10.0	80.0	2.0	19.5

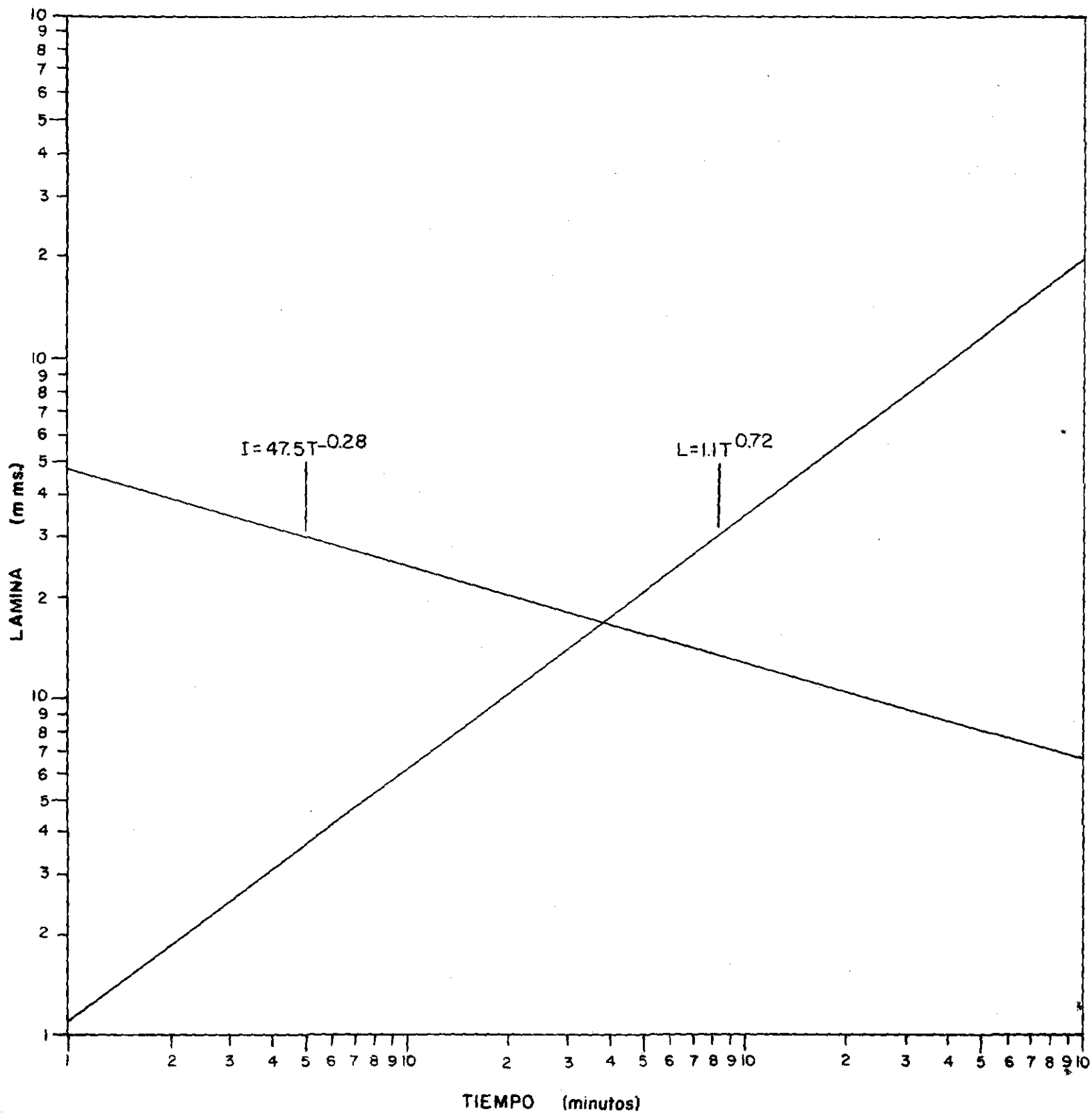


FIGURA 30e Prueba de infiltración I-II Serie Gaviotas (GAa-2)

TABLA 21. Prueba de infiltración I - 7

Serie : Jerarquía (JE11)
 Fecha : Septiembre 11/73
 Cobertura : Paja Natural
 Observaciones : Lluvia -
 día anterior.

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm /hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	2.33	2.33	13.98	
	1	2	2.00	4.33	12.00	
	1	3	2.00	6.33	12.00	
	2	5	3.33	9.66	9.99	
	5	10	0.34	10.00	0.41	
	10	20	0.60	10.60	0.36	
	10	30	1.40	12.00	0.84	
	15	45	2.60	14.60	1.04	
1	15	60	2.70	17.30	1.08	17.3
	30	90	3.00	20.30	0.60	
2	30	120	2.30	22.60	0.46	5.3
	30	150	1.00	26.60	0.80	
3	30	180	3.70	30.30	0.74	7.7
	30	210	4.70	35.00	0.94	
4	30	240	3.60	38.60	0.72	8.3

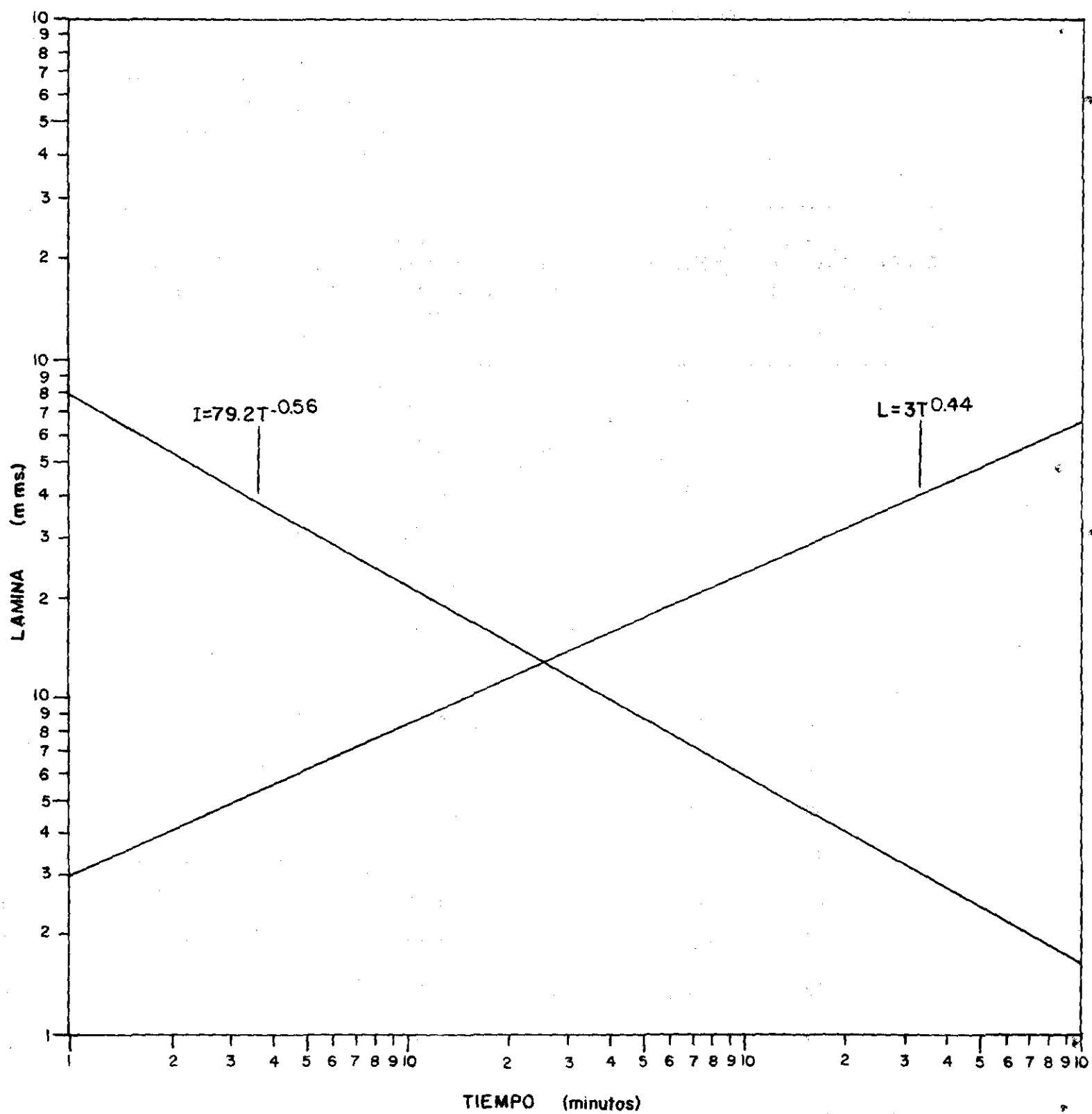


FIGURA 31 Prueba de infiltración I-7 Serie Jerarquia (JEBII)

TABLA 22. Prueba de infiltración I - 6

Serie : Japonesa (JAb12)
 Fecha : Septiembre 7/73
 Cobertura : Paja Natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm / hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	8.6	8.6	51.60	
	1	2	6.7	15.3	40.20	
	1	3	7.7	23.0	46.20	
	2	5	7.0	30.0	21.00	
	5	10	6.3	36.3	7.56	
	10	20	9.7	46.0	5.82	
	10	30	11.6	57.6	6.96	
	15	45	17.0	74.6	6.80	
1	15	60	13.4	88.0	5.36	88.0
	30	90	30.3	118.3	6.06	
2	30	120	24.3	142.6	4.86	54.6
	30	150	21.7	164.3	4.34	
3	30	180	29.3	193.6	5.86	51.0
	30	210	20.0	213.6	4.00	
4	30	240	31.7	245.3	6.34	51.7

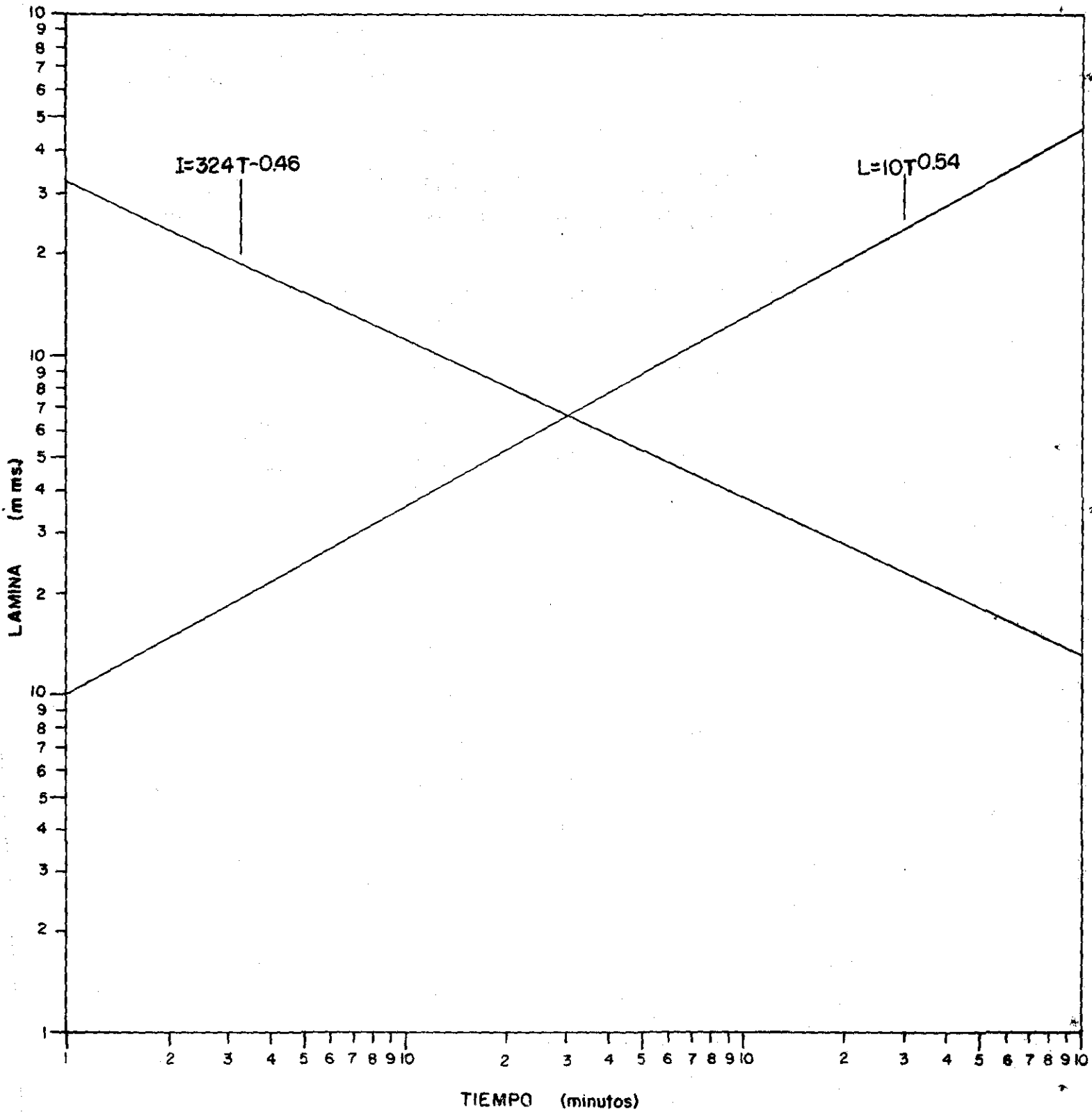


FIGURA 32 Prueba de infiltración I-6 Serie Japonesa (JAb₁₂)

TABLA 22a. Prueba de infiltración I - 8

Serie : Japonesa (JAb12)
 Fecha : Septiembre 12/73
 Cobertura : Paja natural
 Observaciones : Lluvia -
 día anterior.

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm./hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	2.3	2.3	13.80	
	1	2	2.3	4.6	13.80	
	1	3	1.7	6.3	10.20	
	2	5	1.7	8.0	5.10	
	5	10	1.6	9.6	1.95	
	10	20	3.4	13.0	2.04	
	10	30	3.0	16.0	1.80	
	15	45	5.6	21.6	2.24	
1	15	60	5.7	27.3	2.28	27.3
	30	90	6.0	33.3	1.20	
2	30	120	17.7	51.0	3.54	23.7
	30	150	10.3	61.3	2.06	
3	30	180	18.7	80.0	3.74	29.0
	30	210	15.6	95.6	3.12	
4	30	240	18.7	114.3	3.74	34.3

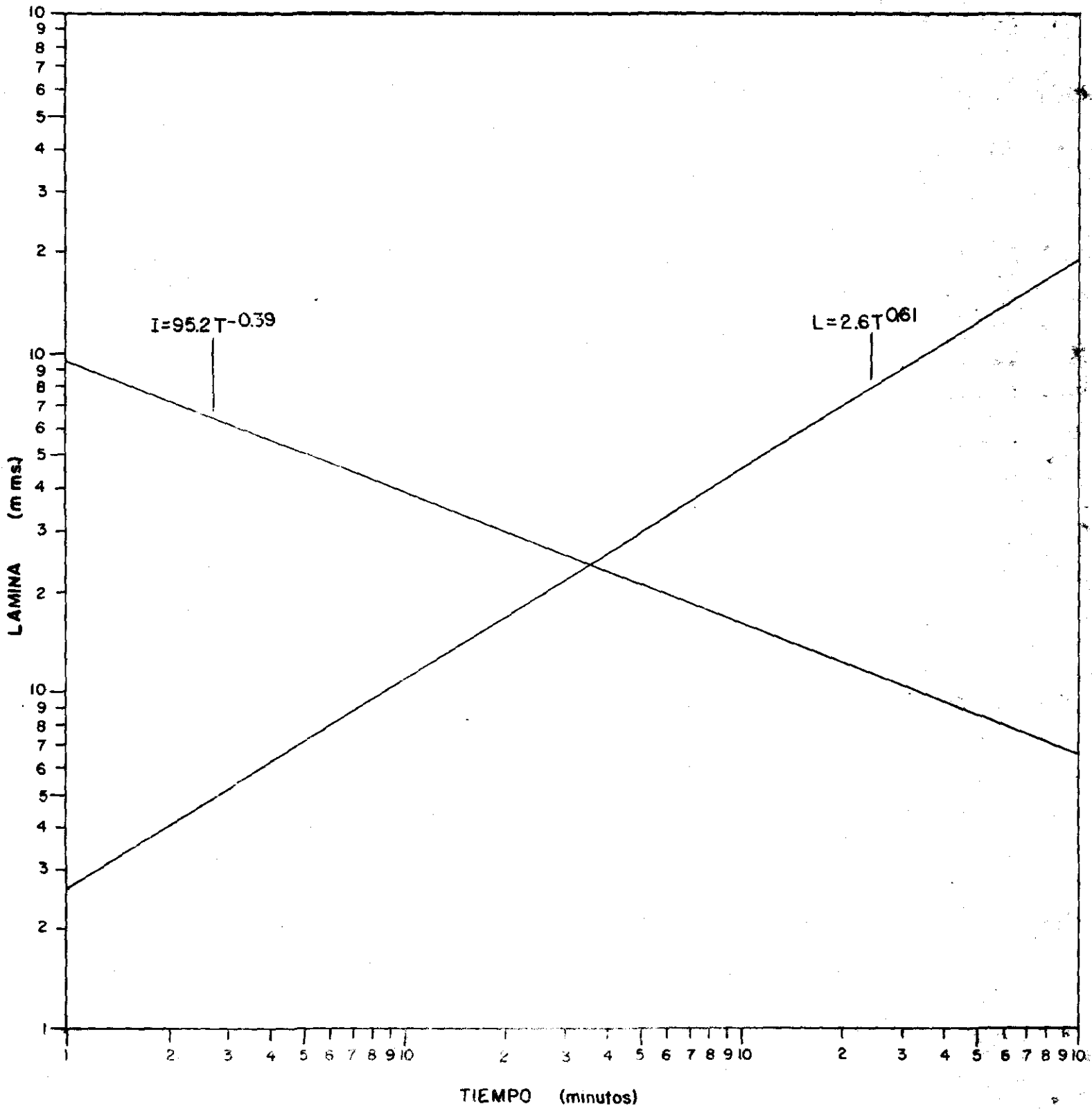


TABLA 23. Prueba de infiltración I - 13

Serie : Hidalguía (HIB13)
 Fecha : Septiembre 26/73
 Cobertura : Paja natural
 Observaciones : Lluvia -
 día anterior.

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm /hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1.0	1.0	6.0	
	1	2	1.0	2.0	6.0	
	1	3	0.5	2.5	3.0	
	2	5	1.0	3.5	3.0	
	5	10	2.5	6.0	3.0	
	10	20	4.0	10.0	2.4	
	10	30	3.0	13.0	1.8	
	15	45	4.0	17.0	1.6	
1	15	60	3.5	20.5	1.4	20.5
	30	90	7.0	27.5	1.4	
2	30	120	6.5	34.0	1.3	13.5
	30	150	6.5	40.5	1.3	
3	30	180	6.5	47.0	1.3	13.0
	30	210	-	-	-	
4	30	240	12	59.0	2.4	12.0

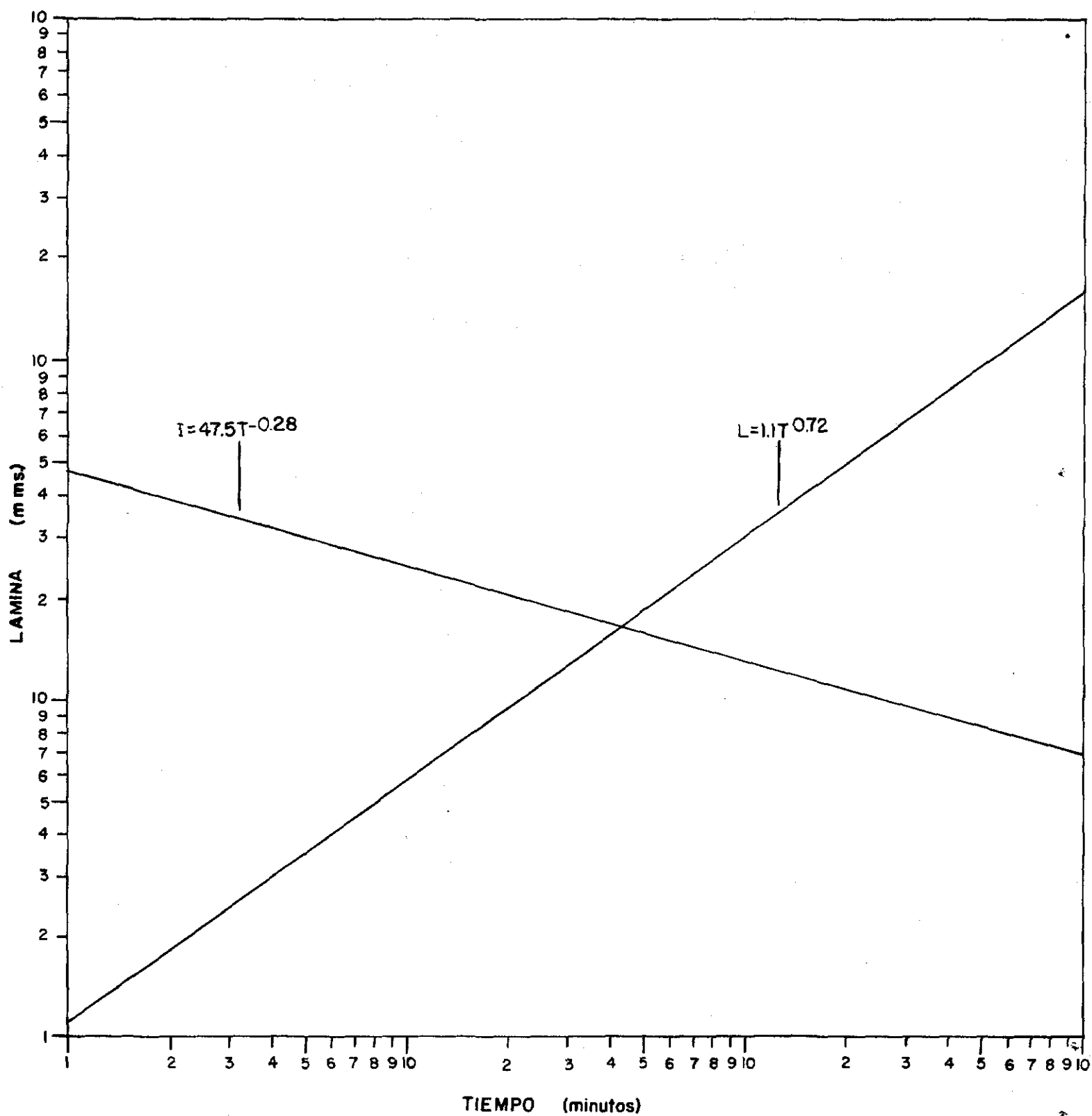


FIGURA 33 Prueba de infiltración I-13 Serie Hidalguia (H1b13)

TABLA 24 Prueba de infiltración I - 2

Serie : Macondo (MAb14)
 Fecha : Agosto 29/73
 Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm./hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	7.0	7.0	42.0	
	1	2	3.0	10.0	18.0	
	1	3	1.5	11.5	15.0	
	2	5	3.0	14.5	9.0	
	5	10	5.5	20.0	6.6	
	10	20	9.5	29.5	5.7	
	10	30	7.5	37.0	4.5	
	15	45	10.5	47.5	4.2	
1	15	60	11.0	58.5	4.4	58.5
	30	90	21.0	79.5	4.2	
2	30	120	20.0	99.5	4.0	41.0
	30	150	21.0	120.5	4.2	
3	30	180	20.0	140.5	4.0	41.0
	30	210	21.0	161.5	4.2	
4	30	240	19.0	180.5	3.8	40.0

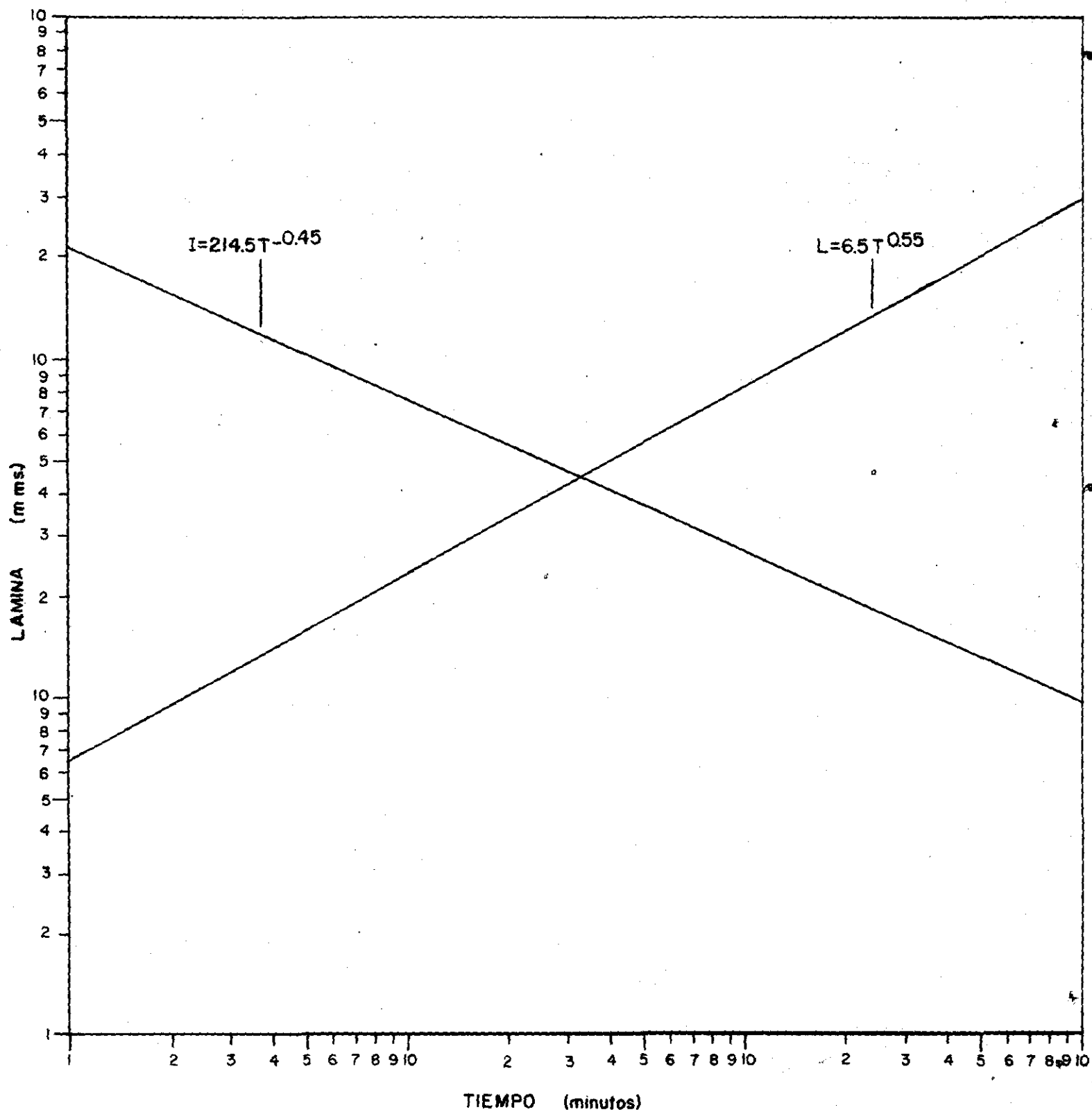


FIGURA 34 Prueba de infiltración I-2 Serie Macondo (MAB14)

TABLA 24a. Prueba de infiltración I - 3

Serie : Macondo (Mab14)
 Fecha : Agosto 30/73
 Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm/hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	2.0	2.0	12.0	
	1	2	0.5	2.5	3.0	
	1	3	0.5	3.0	3.0	
	2	5	1.0	4.0	3.0	
	5	10	2.5	6.5	3.0	
	10	20	3.5	10.0	2.1	
	10	30	2.5	12.5	1.5	
	15	45	3.5	16.0	1.4	
1	15	60	3.0	19.0	1.2	19.0
	30	90	6.5	25.5	1.3	
2	30	120	7.0	32.5	1.4	13.5
	30	150	5.5	38.0	1.1	
3	30	180	6.5	44.5	1.3	12.0
	30	210	5.5	50.0	1.1	
4	30	240	5.5	55.5	1.1	11.0

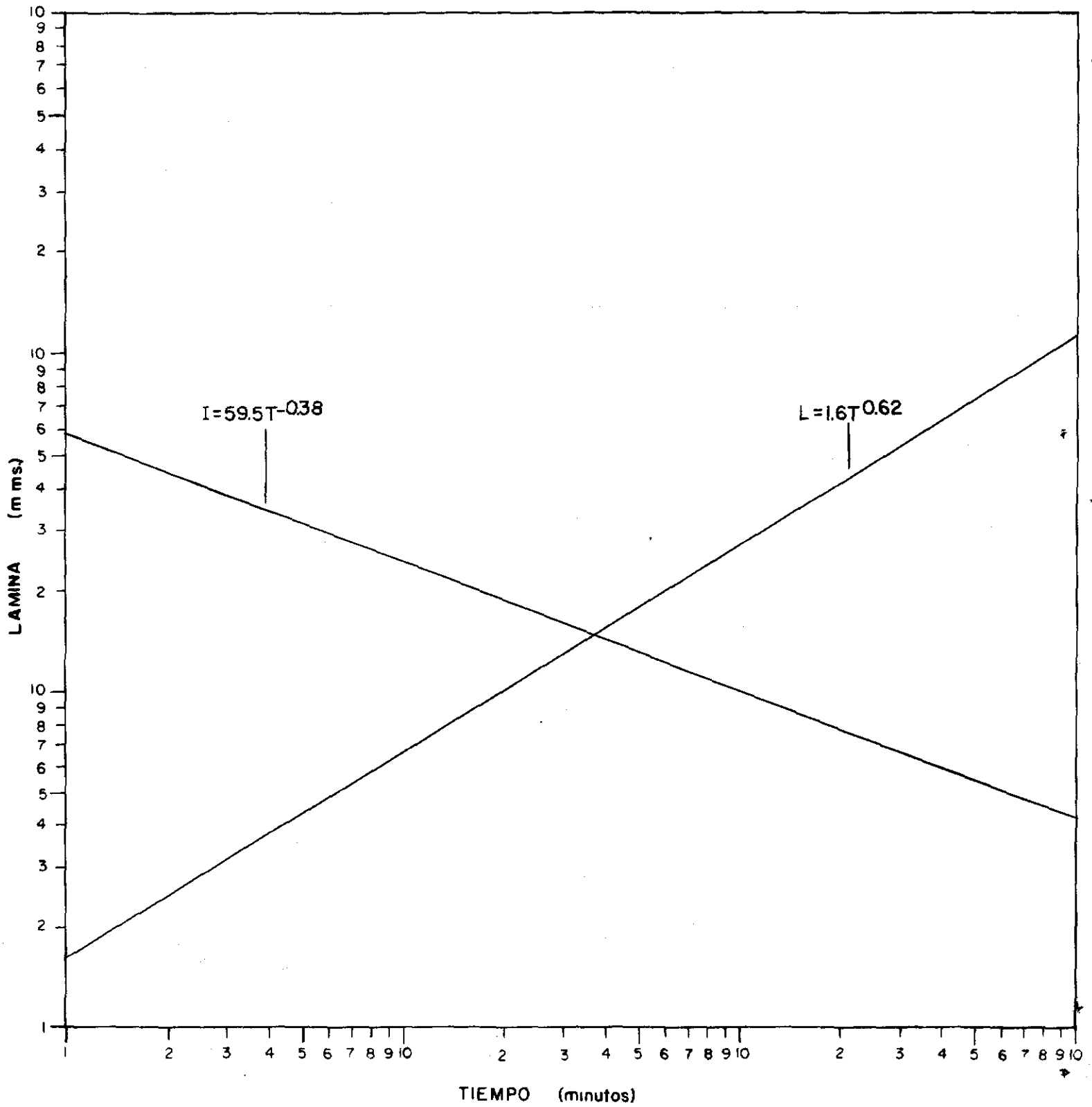


FIGURA 34a Prueba de infiltración I-3 Serie Macondo (MAB 14)

TABLA 24b. Prueba de infiltración I - 12

Serie : Macondo (MAbl4)
 Fecha : Septiembre 19/73
 Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm/hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	2.5	2.5	15.0	
	1	2	1.0	3.5	6.0	
	1	3	1.0	4.5	6.0	
	2	5	2.0	6.5	6.0	
	5	10	3.0	9.5	3.6	
	10	20	5.0	14.5	3.0	
	10	30	5.0	19.5	3.0	
	15	45	6.5	26.0	2.6	
1	15	60	7.0	33.0	2.8	33.0
	30	90	11.5	44.5	2.3	
2	30	120	11.5	56.0	2.3	23.0
	30	150	12.0	68.0	2.4	
3	30	180	12.5	80.5	2.5	24.5
	30	210	-	-	-	
4	30	240	25.0	105.5	5.0	25.0

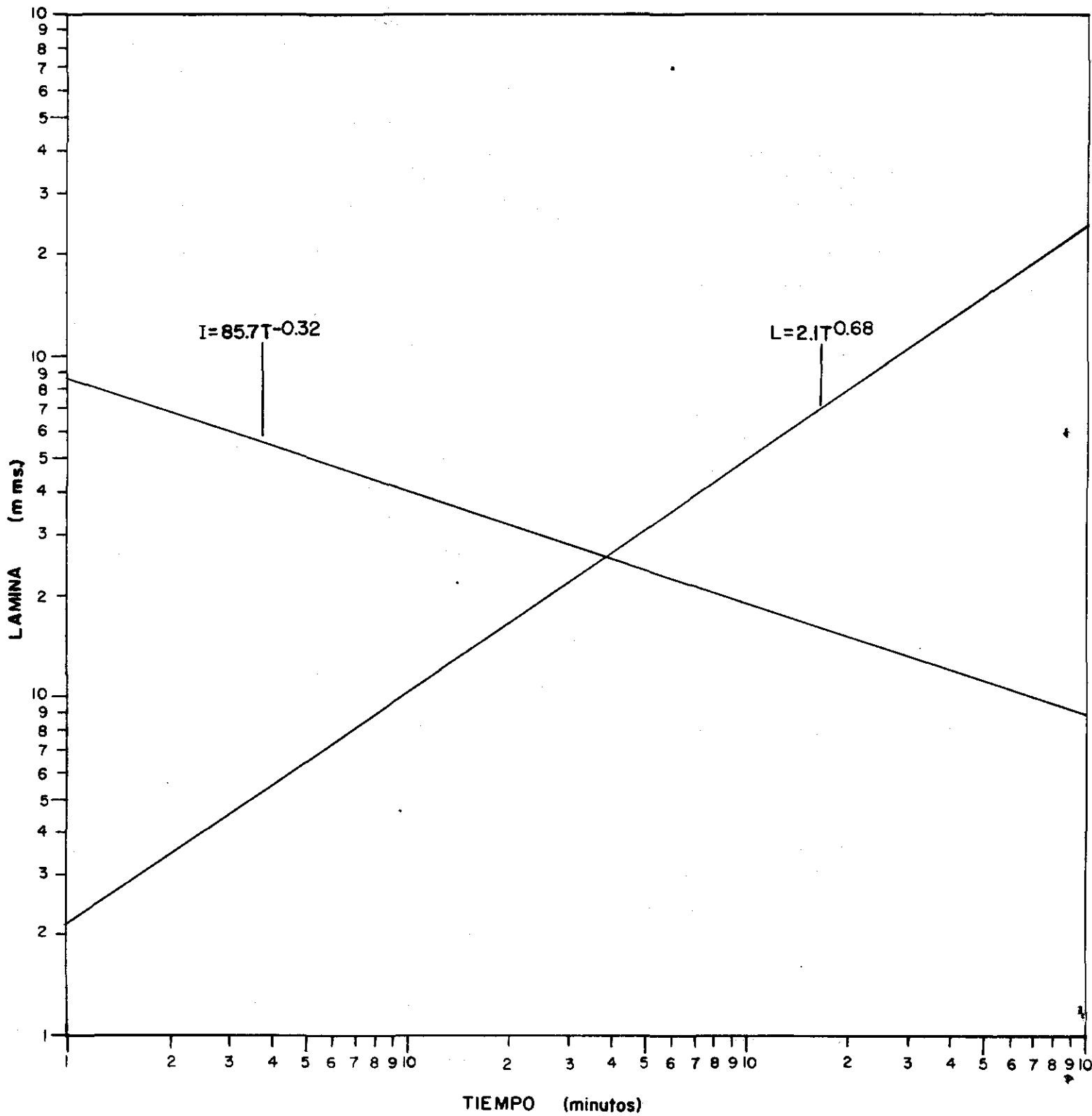


FIGURA 34b Prueba de infiltración I-12 Serie Macondo (MAb14)

TABLA 24c. Prueba de infiltración I - 14

Serie : Macondo (Mab2)
 Fecha : Octubre 5/73
 Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm./hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	2.0	2.0	12.0	
	1	2	1.0	3.0	6.0	
	1	3	0.5	3.5	3.0	
	2	5	0.5	4.0	1.5	
	5	10	1.0	5.0	1.2	
	10	20	1.5	6.5	0.9	
	10	30	2.5	9.0	1.5	
	15	45	4.5	13.5	1.8	
1	15	60	4.5	18.0	1.8	18.0
	30	90	6.5	24.5	1.3	
2	30	120	6.5	31.0	1.3	13.0
	30	150	8.0	39.0	1.6	
3	30	180	7.5	46.5	1.5	15.5
	30	210	7.5	54.0	1.5	
4	30	240	7.5	61.5	1.5	15.0

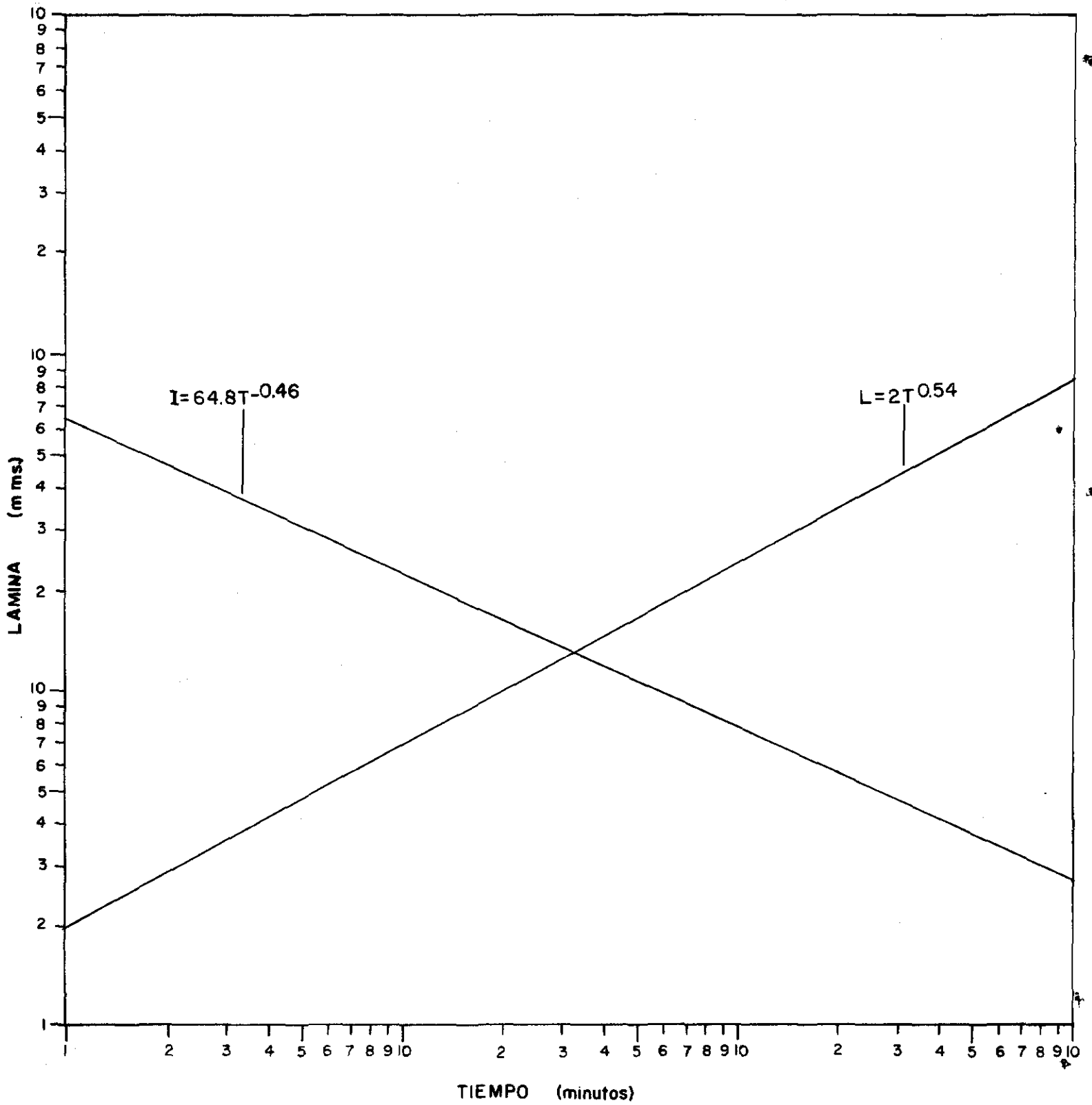


FIGURA 34c Prueba de infiltración I-I4 Serie Macondo (MAb2)

TABLA 25. Prueba de infiltración I - 15

Serie : Miralindo (MIE-2)
 Fecha : Octubre 11/73
 Cobertura : Paja natural

Horas	T I E M P O		I N F I L T R A C I O N			
	Parcial (minutos)	Acumulado (minutos)	Parcial promedia (mm)	Acumulada promedia (mm)	Velocidad cm /hora	Horaria (mm)
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	1.5	1.5	9.0	
	1	2	0.5	2.0	3.0	
	1	3	0.5	2.5	3.0	
	2	5	1.0	3.5	3.0	
	5	10	2.0	5.5	2.4	
	10	20	4.5	10.0	2.7	
	10	30	3.5	13.5	2.1	
	15	45	4.0	17.5	1.6	
1	15	60	4.0	21.5	1.6	21.5
	30	90	6.0	27.5	1.2	
2	30	120	6.0	33.5	1.2	12.0
	30	150	6.0	39.5	1.2	
3	30	180	6.0	45.5	1.2	12.0
	30	210	12.5	58.0	2.5	
4	30	240	8.0	66.0	1.6	20.5

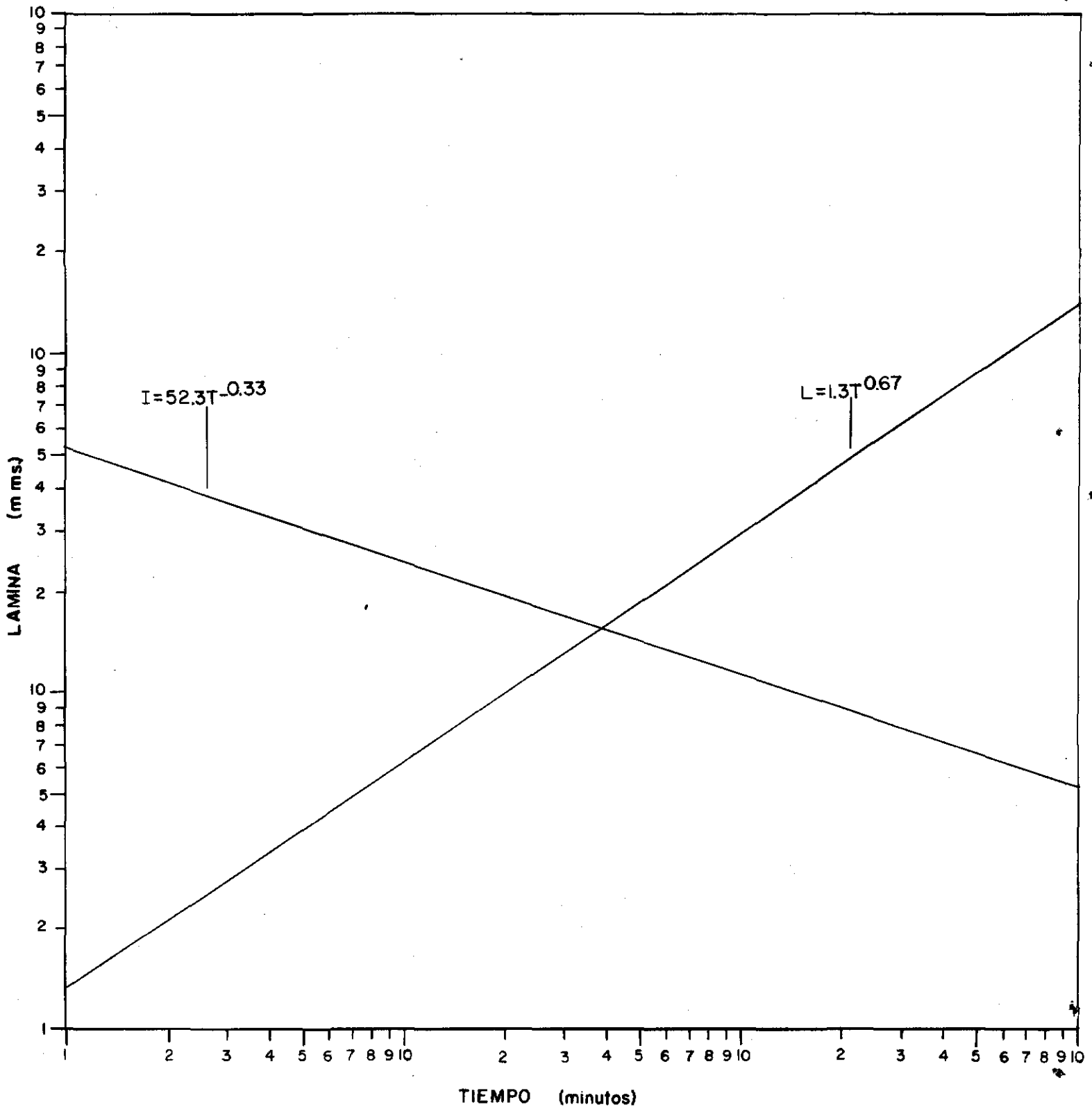


FIGURA 35 Prueba de infiltración I-15 Serie Miralindo (M1e-2)

TABLA 26. Conductividad hidráulica de los suelos.

Serie	Horizonte	Profundidad cm	Conductividad hidráulica promedio cm/hora	Clasificación
GAVIOTAS PG-16	A1	0-7	0.0684	Muy lenta
	A3	7-17	0.0684	Muy lenta
	B1	17-35	0.1192	Lenta
	B21	35-47	0.1192	Lenta
	IIB22	47-70	0.1192	Lenta
	IIB23	70-150	0.3039	Lenta
JERARQUIA PG-17	A1	0-8	0.7644	Moderadamente lenta
	B1	8-25	0.5117	Moderadamente lenta
	B21cn	25-50	0.2480	Lenta
	B22cn	50-100	0.6139	Moderadamente lenta
	B23	100-150	1.6612	Moderadamente lenta
JAPONESA PG-18	A1	0-10	2.1125	Moderada
	B1	10-30	2.1125	Moderada
	IIB21	30-55	0.9332	Moderadamente lenta
	IIB22	55-130	0.9519	Moderadamente lenta
	IIIB23	130-150	0.0828	Muy lenta
HIDALGUA PH-1	A1	0-16	0.1276	Lenta
	B1	16-40	1.0602	Moderadamente lenta
	IIB21	40-65	0.9206	Moderadamente lenta
	IIB22	65-90	1.0951	Moderadamente lenta
	IIIB23	90-118	1.0951	Moderadamente lenta
	IIIB24cn	118-150	0.681	Moderadamente lenta
MACONDO PG-10	A1	0-10	0.3872	Lenta
	A3	10-30	0.3872	Lenta
	B1	30-45	0.2831	Lenta
	IIB21	45-85	0.6235	Moderadamente lenta
	IIB22	85-150	1.0190	Moderadamente lenta
URIMICA PU-1	A1	0-15	0.7576	Moderadamente lenta
	A3	15-25	0.5567	Moderadamente lenta
	B21	25-45	0.5567	Moderadamente lenta
	B22	45-85	-	
	B23	85-170	-	
ARENOSA PU-2	A1	0-15	1.6993	Moderadamente lenta
	B1	15-35	1.8357	Moderadamente lenta
	IIB21	35-60	0.1479	Lenta
	IIB22	60-85	-	
	IIIC	85-X	-	
MIRALINDO PG-20	A1	0-10	0.2691	Lenta
	A3	10-20	0.2158	Lenta
	B21	20-47	0.2158	Lenta
	B22	47-75	0.0286	Muy lenta
	B23	75-170	0.0312	Muy lenta

TABLA 27. Lectura de la profundidad del nivel freático en metros.

Serie	Símbolo en el mapa	Número de los pozos	Fecha		
			Septiembre 20/73	Octubre 4/73	Noviembre 7/73
		P3	2.06	1.07	3.24
	GAa	P6	3.11	3.20	> 4.00
		P10	3.87	> 4.00	3.81
		P11	1.90	2.27	2.63
GAVIOTAS					
		P2	1.77	2.35	> 4.00
	GAb	P5	> 4.00	> 4.00	> 4.00
		P7	2.26	2.74	> 4.00
		P8	3.80	3.98	2.27
JAPONESA	JAab	P9	1.82	2.10	3.00
		P4	1.04	0.98	1.60
MACONDO	MAabx	PA14	1.21	1.95	1.35
	MAaby	P1	0.90	1.00	1.44
FUERA DE LA		PA12	4.70	5.01	6.43
ZONA DE ESTU	Altillanura	PA13	2.20	2.34	3.45
DIO.					

e lectura			
Diciembre 8/73	Febrero 7/74	Marzo 5/74	Mayo 4/74
3.53	> 4.00	> 4.00	> 4.00
> 4.00	> 4.00	> 4.00	> 4.00
> 4.00	> 4.00	> 4.00	> 4.00
2.52	> 4.00	> 4.00	> 4.00
> 4.00	> 4.00	> 4.00	> 4.00
> 4.00	> 4.00	> 4.00	> 4.00
> 4.00	> 4.00	> 4.00	> 4.00
2.95	> 4.00	> 4.00	> 4.00
-	> 4.00	> 4.00	> 4.00
2.07	3.27	> 4.00	> 4.00
1.84	2.28	1.71	2.09
2.03	2.72	2.72	2.73
5.64	7.97	8.04	9.83
3.20	6.96	6.38	8.70

TABLA 29. Análisis de aguas freáticas y superficiales

Número de campo	Profundidad m	pH	CE micromhos	Fe ppm	Cationes		
					Ca	Mg	K
P-1	0.90	6.9	48	0.40	0.34	0.10	0.0
P-2	1.77	6.9	55	0.15	0.46	0.04	0.0
P-3	2.06	8.2	174	0.40	1.78	0.02	0.0
P-4	1.04	7.7	232	0.79	2.58	0.03	0.0
P-6	3.11	7.4	23	0.15	0.03	0.03	0.0
P-7	2.26	7.0	28	0.80	0.02	0.02	0.0
P-8	3.80	6.6	11	0.20	0.03	0.02	0.0
P-9	1.82	6.6	13	0.15	0.05	0.05	0.0
P-10	3.87	6.9	20	0.79	0.05	0.05	0.0
P-11	1.90	6.6	13	0.20	0.04	0.04	0.0
PA-12	4.70	6.2	10	0.10	0.04	0.02	0.0
PA-13	2.20	6.4	16	0.10	0.05	0.04	0.0
PA-14	1.21	5.6	44	0.10	0.10	0.04	0.0
Caño Urimica	-	7.1	1.7	0.39	0.12	0.01	0.0

s	me/100g			SiO ₂ ppm	Aniones me/100g					RAS	Clase
	Na	Al	Suma		SO ₄	Cl	CO ₃	HCO ₃	Suma		
6	0.06	0	0.56	6.70	0.06	0.06	0	0.45	0.57	0.13	S1
3	0.06	0	0.59	6.60	0.08	0.07	0	0.44	0.59	0.12	S1
2	0.06	0	1.98	4.00	0.16	0.10	0	1.70	1.96	0.06	ClS1
5	0.07	0	2.73	12.80	0.11	0.07	0	2.53	2.71	0.06	ClS1
2	0.13	0	0.21	1.90	0.08	0.18	0	0.10	0.36	0.75	S1
0	0.09	0	0.23	1.70	0.08	0.14	0	0.18	0.40	0.64	S1
4	0.01	0	0.10	1.30	0.01	0.03	0	0.08	0.12	0.06	S1
2	0.01	0	0.13	4.30	0.03	0.02	0	0.08	0.13	0.04	S1
2	0.01	0	0.13	3.15	0.01	0.02	0	0.18	0.21	0.04	S1
2	0.02	0	0.12	5.10	0.01	0.02	0	0.10	0.13	0.18	S1
1	0.03	0	0.10	6.40	0.01	0.02	0	0.08	0.11	0.17	S1
1	0.05	0	0.15	4.95	0.01	0.11	0	0.04	0.16	0.24	S1
1	0.21	0	0.36	4.65	0.12	0.17	0	0.04	0.33	0.79	S1
1	0.02	0	0.16	6.00	0.03	0.04	0	0.10	0.17	0.08	S1

TABLA 30. Evaporación en tanque tipo A y evapotranspiración calculada

	E v a p o r a c i ó n					Evaporación promedia	Evapotrans- piración calculada
	1969	1970	1971	1972	1973		
Enero	151.1	175.3	215.3	183.4	231.0	191.2	162.5
Febrero	170.1	190.4	132.6	224.7	176.3	178.8	151.9
Marzo	157.5*	157.5*	205.8	186.8	157.5*	173.0	147.0
Abril	128.3	128.2	172.2	164.2	184.4	148.3	126.0
Mayo	157.9*	240.6	124.3	129.5	137.2	157.9	134.2
Junio	111.3*	122.9	128.0	103.6	90.5	111.3	94.6
Julio	138.4	117.4	96.2	113.8	121.2	117.4	99.8
Agosto	92.6*	129.3	92.6*	124.8	89.2	105.7	89.8
Septiembre	112.7	93.8	105.1	113.8	100.1	105.1	89.3
Octubre	116.0	115.8	142.0	133.1	145.5	130.5	110.9
Noviembre	161.0	165.0	162.8	147.5	133.8	154.0	130.9
Diciembre	120.0	156.5	166.6	173.7	154.2	154.2	131.1

* Datos calculados mediante la fórmula: $EV = 17.4 dt (1.0 - 0.01 hn)$

17.4 = 13.3 para 50% de brillo solar.

EV = Evaporación

d = Coeficiente mensual de duración del día

hn = Humedad relativa a las 13 horas

t = Promedio mensual de temperatura

EVt = Evapotranspiración en mm.

TABLA 31. Cálculo de uso consuntivo y dotación de riego para pastos con coeficiente estacional $K=0.85$ y eficiencia total de 0.60

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación efectiva (Pe)mm	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Evapotranspiración (Et)mm	162.5	151.9	147.0	126.0	134.2	99.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Dotación bruta de riego (Db)mm	136.8	118.9	51.5	12.5	0	0	0	0	0	0	10.9	62.6
Dotación efectiva de riego con eficiencia de 60% (mm).	mm	2.28	198	86	21						18	104
	m ³ /Ha	2.280	1.980	860	210						180	1.040
	L/seg/Ha	0.85	0.81	0.32	0.08						0.07	0.38
Ciclo agrológico en días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

TABLA 32. Balance hídrico por el método de Thornthwaite

Serie : Gaviotas.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162.5	151.9	147.0	126.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
Lámina inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56.1	0
Exceso de agua	0	0	0	7.8	188.3	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0	0
Déficit de agua	136.8	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	6.5

Agua almacenada a 120 cm : 69 mm

TABLA 33. Balance hídrico por el método de Thornthwaite.

Serie : Jerarquía.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162.5	151.9	147.0	126.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Lámina inicial	0	0	0	0	74.8	0	0	0	0	0	114.1	51.1
Exceso de agua	0	0	0	0	0	138.1	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0
Déficit de agua	185.3	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0

Agua almacenada a 120 cm : 125 mm

TABLA 34. Balance hídrico por el método de Thornthwaite.

Serie : Japonesa.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162.5	151.9	147.0	166.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Lámina inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52.1	0
Exceso de agua	0	0	0	0	11.8	188.3	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0
Déficit de agua	136.8	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	10.5

Agua almacenada a 120 cm : 63 mm

TABLA 35. Balance hídrico por el método de Thornthwaite.

Serie : Hidalguía.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162.5	151.9	147.0	126.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Lámina inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23.1	0
Exceso de agua	0	0	0	0	40.8	188.3	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0
Déficit de agua	136.8	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	39.5

Agua almacenada a 120 cm : 34 mm

TABLA 36. Balance hídrico por el método de Thornthwaite.

Serie : Macondo.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162.5	151.9	147.0	126.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Lámina inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.1	0.
Exceso de agua	0	0	0	0	47.0	188.3	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0
Déficit de agua	136.8	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	46.5

Agua almacenada a 1-0 cm : 27 mm

TABLA 37. Balance hídrico por el método de Thornthwaite.

Serie : Urimica.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162.5	151.9	147.0	126.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Lámina inicial	0	0	0	0	74.8	0	0	0	0	0	64.1	1.5
Exceso de agua	0	0	0	0	0	188.1	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0
Déficit de agua	135.3	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0

Agua almacenada a 120 cm : 75 mm

TABLA 38. Balance hídrico por el método de Thornthwaite.

Serie : Arenosa.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162.5	151.9	147.0	126.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Lámina inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31.1	0
Exceso de agua	0	0	0	0	32.8	188.3	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0
Déficit de agua	136.8	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	31.5

Agua almacenada a 120 cm : 42 mm

TABLA 39. Balance hídrico por el método de Thornthwaite.

Serie : Miralindo.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Evapotranspiración real (mm)	162,5	151.9	147.0	126.0	134.2	94.6	99.8	89.8	89.3	110.9	130.9	131.1
Precipitación efectiva (mm)	25.7	33.5	96.5	113.5	209.0	282.9	195.3	215.9	135.6	162.8	120.0	68.5
Lámina de agua almacenada (mm)	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Lámina inicial	0	0	0	0	74.8	0	0	0	0	0	179.1	116.5
Exceso de agua	0	0	0	0	0	73.1	95.5	126.1	46.3	51.9	0	0
Déficit de agua	20.3	118.4	50.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0

Agua almacenada a 120 cm : 190 mm

TABLA 40 Capacidad de retención de humedad y almacenamiento de agua

Serie	Horizonte	Profundidad cm	Textura	Capacidad de campo	Coeficiente de marchitez	Densidad aparente g/cm ³	Agua aprovechable		Lámina cm	Lámina por	
							Por peso %	Por volu men %		60cm	120cm
GAVIOTAS PG-16	A 1	0-7	Ar	25.02	19.10	1.25	5.92	7.40	0.52		
	A 3	7-17	Ar	24.76	18.00	1.25	6.76	8.45	0.85		
	B 1	17-35	Ar	21.14	17.76	1.37	3.38	4.63	0.83		
	B 21	35-47	ArL	21.59	18.28	1.53	3.31	5.06	0.61		
	IIB 22	47-70	Ar	23.64	19.59	1.55	4.05	6.27	1.44	3.62	
	IIB 23	70-150	Ar	24.83	21.50	1.46	3.33	4.86	3.88		6.68
JERARQUIA PG-17	A 1	0-8	F	15.93	11.48	1.36	4.45	6.05	0.48		
	B 1	8-25	Fgrav.	15.09	11.29	1.39	3.80	5.28	0.89		
	IIB 21cn	25-50	FAr	19.57	12.85	1.54	6.72	10.34	2.58		
	IIB 22cn	50-100	FAr	24.31	16.99	1.55	7.32	11.34	5.67	5.08	
	IIIB 23	100-150	Ar	28.16	18.31	1.47	9.85	14.47	7.23		12.51
JAPONESA PG-18	A 1	0-10	FA	7.74	3.99	1.49	3.75	5.58	0.55		
	B 1	10-30	FA	7.71	4.23	1.47	3.48	5.11	1.02		
	IIB 21	30-55	FA	8.09	5.01	1.53	3.08	4.71	1.17		
	IIB 22	55-130	FA	8.81	5.37	1.58	3.44	5.43	4.07	3.01	6.26
	IIIB 23	130-150	FA	10.12	6.20	1.64	3.92	6.42	1.28		
HIDALGUA PH-1	A 1	0-16	FA	7.52	5.86	1.53	1.66	2.53	0.40		
	B 1	16-40	FA	8.02	6.72	1.61	1.30	2.09	0.50		
	IIB 21	40-65	F	9.81	8.40	1.78	1.41	2.50	0.63	1.40	
	IIIB 22	65-90	Ar	12.89	11.07	1.68	1.82	3.05	0.76		
	IIIB 23	90-118	Ar	14.07	11.92	1.70	2.15	3.65	1.02		
	IIIB 24cn	118-150	FArA	14.82	12.26	1.70	2.56	4.35	1.39		3.40
MACONDO PG-10	A 1	0-10	FA	6.34	5.08	1.58	1.26	1.99	0.20		
	A 3	10-30	FA	6.45	5.15	1.66	1.30	2.15	0.43		
	B 1	30-45	FA	7.32	6.00	1.59	1.32	2.09	0.31		
	IIB 21	45-85	FA	7.65	6.46	1.68	1.19	1.99	0.79	1.23	
	IIB 22	85-150	FA	8.84	7.21	1.78	1.63	2.90	1.88		2.74
URIMICA PU-1	A 1	0-15	Ar	31.38	19.76	1.10	11.62	12.78	1.91		
	A 3	15-25	ArL	25.41	20.26	1.04	5.15	5.25	0.53		
	B 21	25-45	ArL	25.31	21.08	1.16	4.23	4.90	0.98		
	B 22	45-85	ArL	26.84	22.20	1.26	4.64	5.84	2.33	4.29	
	B 23	85-170	Ar	24.70	20.55	1.22	4.15	5.06	4.30		7.52
ARENOSA PU-2	A 1	0-15	F	11.20	8.20	1.09	3.00	3.27	0.49		
	B 1	15-35	FA	8.44	6.14	1.35	2.30	3.10	0.62		
	IIB 21	35-60	F	11.14	8.41	1.61	2.73	4.39	1.09	2.20	
	IIB 22	60-85	FAr	14.98	11.46	1.61	3.52	5.66	1.41		
	IIIC	85-x	FA	4.63	3.56	1.70	1.07	1.81	1.17		4.24
MIRALINDO PG-20	A 1	0-10	Ar	52.34	28.22	0.82	24.12	19.77	1.98		
	A 3	10-20	Ar	43.41	25.60	0.92	17.81	16.38	1.64		
	B 21	20-47	Ar	37.59	26.01	1.21	11.58	14.01	3.78		
	B 22	47-75	Ar	39.53	24.97	1.39	14.56	20.23	5.66	10.03	
	B 23	75-100	Ar	37.29	16.44	1.14	20.85	23.76	5.94		19.00