

PROYECTO DE INVESTIGACION EN LA ORINOQUIA

PROGRAMA SEGUNDA EXPEDICION BOTANICA

DIAGNOSTICO GEOGRAFICO NORORIENTE DEL VICHADA

VOLUMEN 5.J. SUELOS (Estudios Especiales)

- Aspectos Genéticos y Taxonómicos de los suelos del Tarecay
- Génesis y Manejo de Turales
- Oscilaciones del Nivel Freático

Bogotá.D.E.
1986

ALVARO GONZALEZ FLECHER
Director General

LEONARDO DELGADO LOPEZ
Secretario General

JUNTA DIRECTIVA

ALBA LUCIA OROZCO DE TRIANA
Delegada del Ministerio de
Hacienda y Crédito Público
Presidente de la Junta

Brig Gral JAIME GOMEZ MARTINEZ
Delegado del Ministerio de Defensa
Nacional

PAOLO LUGARI CASTRILLON
Delegado del Ministerio
de Agricultura

CARLOS PINZON URDANETA
Representante del Sr Presidente de
la República

SUBDIRECCIONES

VICTOR JULIO ALVAREZ Q
Investigación y Divulgación
Geográfica

DIMAS MALAGON C
Agrológico

ORLANDO NIÑO F
Cartográfico

ERNESTO PARRA LL
Catastro

MARIO INDABURU R
Administrativo

ABRAHAM CUIERREZ V
Planeación

Estudios realizados en la Subdirección Agrológica con participación del siguiente personal técnico.

Agrólogo Dimas Malagón Castro
Aspectos Genéticos y Taxonómicos de los -
Suelos del Tercecer

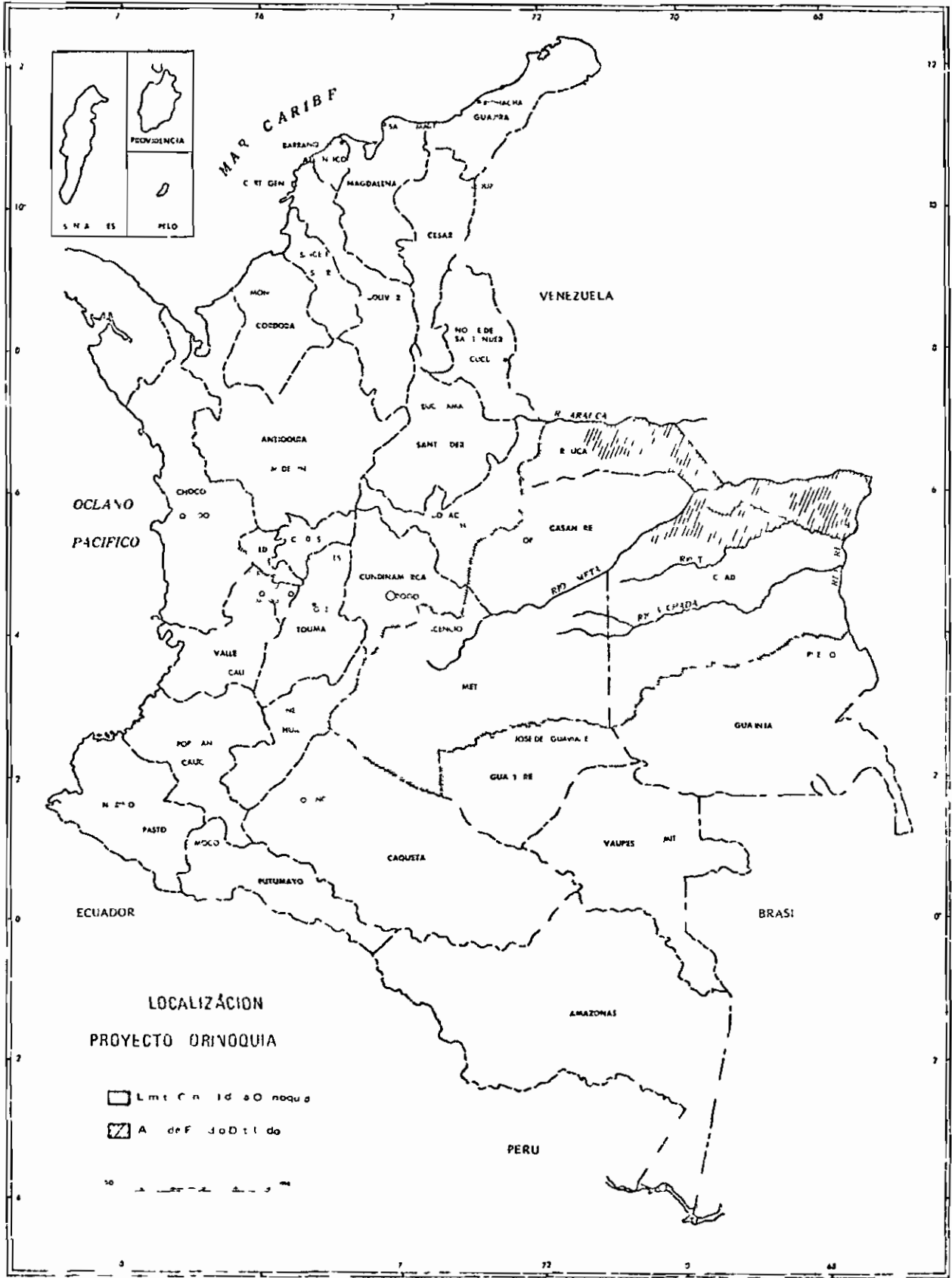
Agrólogo Hugo Montenegro
Génesis y Manejo de Zonales

Agrólogo Camilo Rodríguez T
Oscilación del Nivel Freático

Agrólogo Miguel Cortes
Revisión General

Ing. Agrónomo Melva López C.
Revisión

Ing. Agrónomo Cecilia B de Carvajal
Revisión



CONTENIDO

	Pag
ASPECTOS GENETICOS Y TAXONOMICOS DE ALGUNOS SUELOS DEL TERECAJ	
INTRODUCCION	1
FACTORES FORMADORES DE SUELOS	3
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	6
MATERIALES Y METODOS	8
INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS ANALITICOS	9
GENESIS Y TAXONOMIA	41
BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	53
GENESIS Y MANEJO DE ZURALES EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA	
INTRODUCCION	67
REVISION DE LITERATURA	67
MATERIALES Y METODOS	69
RESULTADOS Y DISCUSION	69
Aspecto Morfológico de los zurales	72
Génesis de los zurales	73
Mecanismos de formacion de los zurales	78
USO Y MANEJO DE LOS ZURALES	78
CONCLUSIONES	83
RESUMEN	83
BIBLIOGRAFIA	84

LIBRERIA ACOTEGUARIA

	Pag
OSCILACIONES DEL NIVEL FREATICO EN TRES AREAS PILOTO DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA	
INTRODUCCION	85
METODOLOGIA	85
LOCALIZACION	87
CLIMA	89
UBICACION DE LOS POZOS EN EL PAISAJE	101
RESULTADOS Y DISCUSION	103
CONCLUSIONES	141
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFIA	142

ASPECTOS GENÉTICOS Y TAXONÓMICOS DE ALGUNOS
SUELOS DEL TERECAY, (VICHADA) COLOMBIA

INTRODUCCION

El Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC) ha venido adelantando diversos estudios de suelos en los Llanos Orientales, región a la que últimamente el país ha vuelto los ojos con el fin de incorporarla a una producción agropecuaria más intensiva que la actual.

Dentro de esa inmensa región se encuentra ubicada la Base Aérea del Terécay, la cual, en 60 000 Ha representa varias de las características de la denominada Orinoquia bien drenada.

El IGAC realizó en 1984 el Estudio Semidetallado de Suelos del Proyecto Arandú, en el Vichada, que abarcó la Base Aérea y una zona aledaña al norte del Caño Terécay. La región se constituyó en el área-tipo (zona piloto) para el conocimiento detallado de las características de las tierras con el fin de ubicar allí ó en sus alrededores un polo de desarrollo.

La Figura 1 muestra la zona seleccionada para el estudio específico y su relación geográfica con la comisaría del Vichada y de ésta con Colombia.

El principal objetivo de este trabajo es ahondar en el conocimiento de la génesis y taxonomía de los suelos para fundamentar su utilización y manejo racional. A este respecto, se han integrado varias de las conclusiones obtenidas a través de las investigaciones adelantadas en la zona por algunos funcionarios del Instituto Geográfico.

El estudio pudo llevarse a cabo mediante la decidida colaboración de jefes y funcionarios del Laboratorio de Suelos del IGAC, en especial de las secciones de Química, Física y Análisis Especiales. La labor de mecanografía fue realizada por la señorita Cecilia Castellanos y por la señora Gladys S. de Calixto, los dibujos y tablas por Alba Stella Guzmán y Martha Bahamón, respectivamente. El autor agradece sinceramente tal colaboración, al igual que la revisión y sugerencias al manuscrito por parte del agrólogo Elías Olmos A.

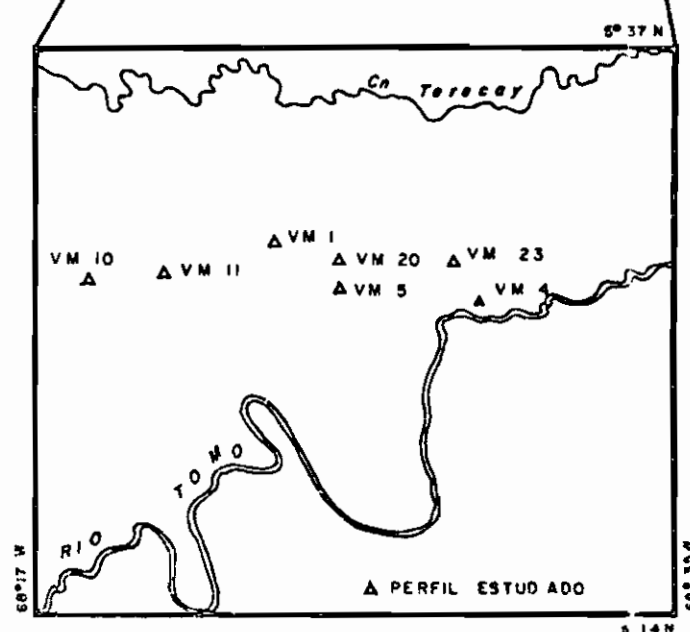
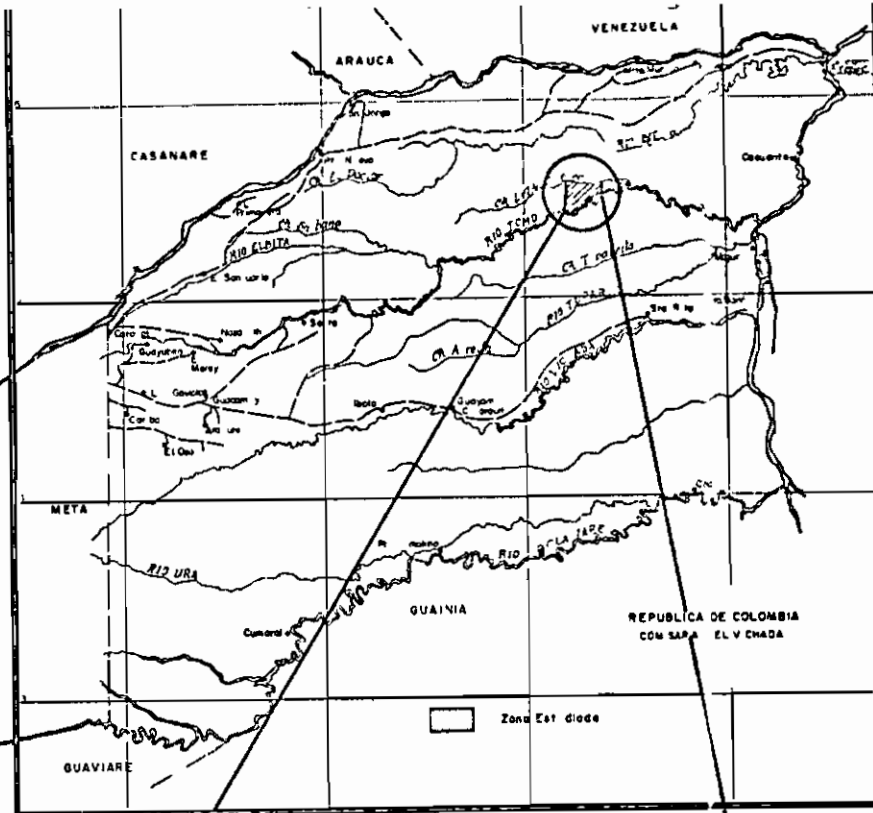
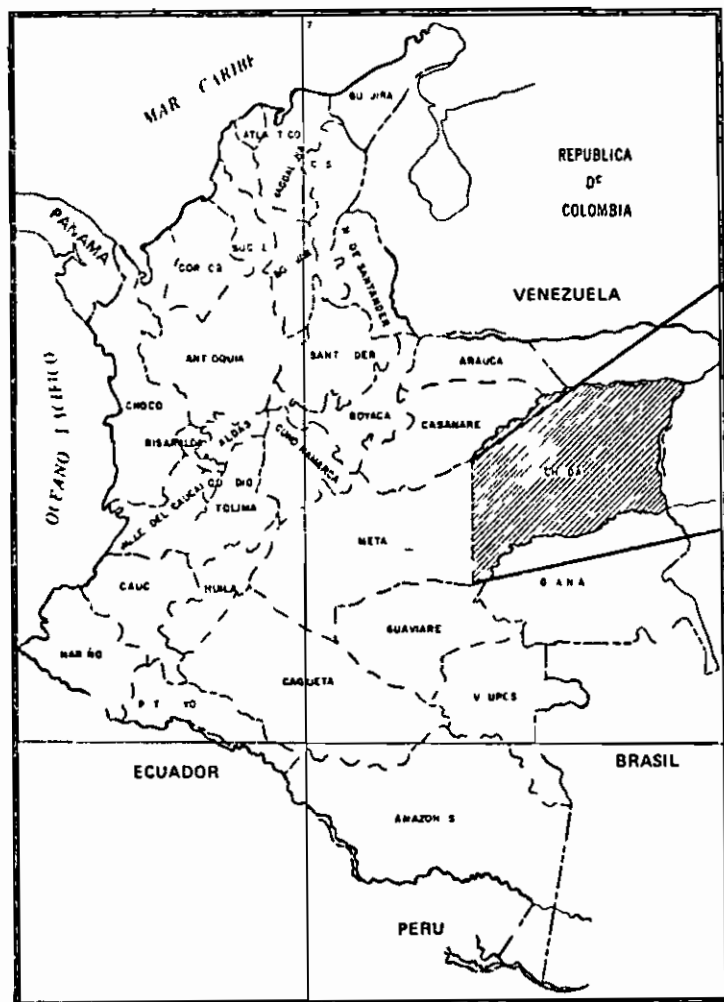


FIGURA 1 UBICACION DEL AREA Y DE LOS SUELOS ESTUDIADOS (TERECAY - VICHADA - COLOMBIA)

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
FICHA 711

FACTORES FORMADORES DE SUELOS

Clima

De acuerdo con las investigaciones de Hurtado (1985), en el área de estudio predomina el clima Aw1 (Koppen), el cual tiene una distribución modal de lluvias, con el máximo de precipitación entre mayo y octubre (87% del total) y una estación seca, contrastada, entre diciembre y marzo

Según el mismo investigador la zona estudiada se sitúa sobre la isoyeta de los 2 500 mm, sin embargo, en la estación El Tapón (la más cercana y de mayor número de años) se registran precipitaciones mayores (3 009 mm)

La temperatura promedio, tomando los datos para la estación El Tapón, es de 26.3°C, con diferencias menores a 5°C entre los meses más cálidos (épocas secas, invierno del hemisferio norte) y menos cálidos. Para la zona del Proyecto, en la base aérea del Terecay, Marandúa, se ha estimado en la época seca, una temperatura de 28-30°C

La evapotranspiración potencial, calculada de acuerdo al método de Penman, alcanza valores totales de 1 489,1 mm con valores mensuales promedio mayores para las épocas secas (diciembre-marzo). Las relaciones entre los parámetros anotados se presentan en la Figura 2, en ella la temperatura se ha graficado siguiendo una relación $P^*mm = 51 (°C)$

Con base en las investigaciones climatológicas de Hurtado (1985), la zona, en forma global, se asocia a un régimen ústico-ústico de humedad del suelo (la sección control está seca parcial o totalmente por 90 días acumulados). En las posiciones bajas domina el régimen ácuico. El régimen de temperatura es isohipertérmico

En la zona dominan los vientos alisios cuya dirección es NE-SW, los cuales alcanzan velocidades promedio de 2-3 m/seg especialmente importantes en las épocas secas, la humedad relativa es de 70-90% en los meses lluviosos y de 60-70% en los secos

Las condiciones climáticas generales son relativamente homogéneas debido a los paisajes predominantes. No obstante se manifiestan variaciones importantes en cuanto al clima edáfico de acuerdo con las condiciones específicas del relieve y las formas del terreno donde se ubican varios suelos investigados, es el caso de los regímenes ácuicos en las zonas bajas de los zurales

Organismos

Los organismos, tanto animales como vegetales, han sido estudiados con detalle en las investigaciones que adelanta el ICAC en la zona (Chamorro

* P precipitación promedio mensual en milímetros

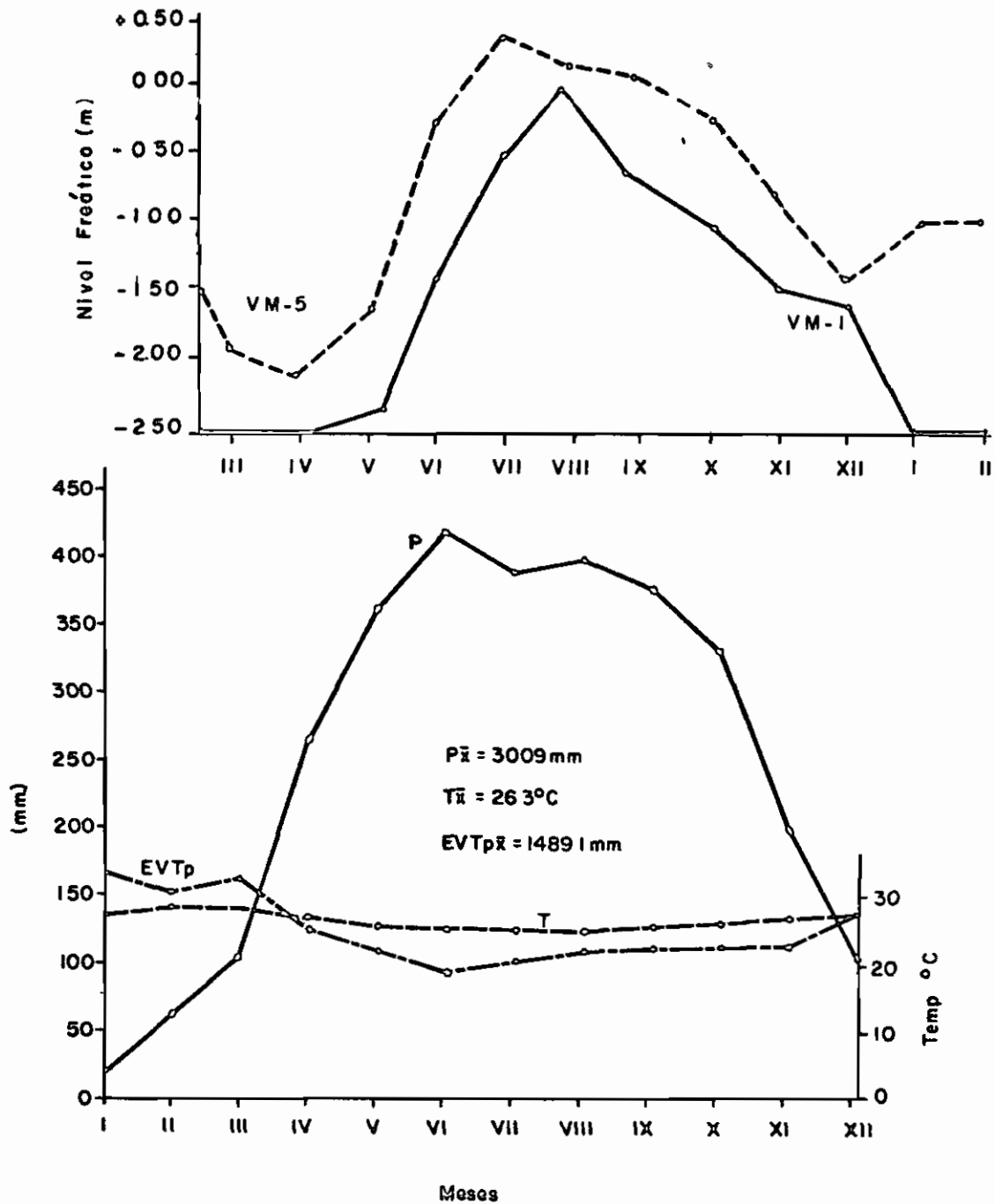


FIGURA 2 Relaciones entre la precipitación (P), evapotranspiración (EVTp) y temperatura ($P=5T$) en la Estación EL Topón (315 m s n m) $5^{\circ}19'N$ $68^{\circ}51'W$ En la figura superior se muestra la variación del nivel freático a través del año para las zonas representadas por los perfiles VM-1 y VM-5

et al, 1984, Correa, 1984 y Pinzón, 1984)

Con base en ellas se sintetizan algunas de las conclusiones que has ta el momento se han alcanzado

Vegetación

La Sabana Tropical Natural constituye la principal y más extensa formación vegetal en el área de estudio, en las zonas bajas predomina el Bosque de Galería

En las sabanas predominan las gramíneas naturales, tales como el (*Paspalum erianthum*) (75%) y (*Andropogon selloanus*) (15%), según el ICAC (1984), no obstante, se presenta una gran variedad de especies entre las cuales vale la pena destacar chaparro (*Curatella americana*), saeta (*Trachypogon ligularis*, Nees), guaratara (*Axonopus purpusii*, Meta Hitch), saladillo (*Caraipa lla norum*) rabo de mula (*Leptocorypheum lanatum* (HBR) Nees), sabana corta (*Paspalum pectitum*), paja peluda (*Trachypogon vestitus*), moriche (*Mauritia minor*), cabeza de indio (Cyperacea), araco (*Trithrinax araco*), ceje (*Jessenia polycarpa*), platanillo (*Heliconia bihai*), yarumo (*Cecropia* sp) y lacre (*Vismia guianensis*)

Las especies mencionadas se distribuyen en el paisaje de acuerdo con sus requerimientos y adaptaciones a la humedad del suelo, con la época c con la respuesta al manejo de la sabana En este aspecto las quemas soblesale por su importancia, práctica permanente e incidencia sobre la dinámica del sistema Su efecto sobre la vegetación de sabana y sobre las características del suelo ha sido investigado por Correa (1984, 1985), quien encontró que esta práctica no influye sobre las propiedades químicas del suelo Aunque a los 30 días aumenta la calidad del forraje (proteína y minerales) en las zonas quemadas, su influencia disminuye con el tiempo

Mesofauna

De acuerdo con Pinzón (1984, 1985), la distribución dominante de la mesofauna del suelo para la zona de estudio, sigue un patrón específico en el cual las lombrices (*Lumbricus*) dominan en zonas bajas, los cucarrones (*Coleópteros*) en las zonas transicionales y las hormigas (*Hymenópteros*) en las zonas altas La ubicación de dichos organismos está correlacionada con sus requerimientos propios, de tal forma que las lombrices se encuentran en suelos húmedos y ricos en materiales orgánicos, las hormigas en suelos arenosos, men tras que los termitas (*Isópteros*) abundan en suelos arcillosos

Las propiedades físico-químicas de los suelos se ven afectadas por la acción de estos organismos, así

- a - La lombriz incrementa la estabilidad estructural en un 100% y la disponibilidad de algunos elementos (entre ellos el P)
- b - Las hormigas aumentan el contenido de Ca y Mg
- c - Los termitas favorecen la disponibilidad de Ca, Mg, K, Na, C, P y elevan el

contenido de Al, elemento éste, desfavorable para las plantas

Chamorro et al (1984), encontraron organismos correspondientes a 18 órdenes y 42 familias. Los órdenes más representativos son Coleóptera, Hemíptera, Araneida, Díptera, Acarina, Hymenóptera, Orthóptera, Opistóphora e Isóptera, seis de ellos pertenecen al Phylum Arthrópoda

Los mismos investigadores constataron diferentes relaciones suelo-organismos y la influencia que tienen distintas condiciones del suelo sobre ellos, así

- a - Las quemas afectan el habitat de los organismos e influyen sobre el número de órdenes que se encuentran después de esta práctica. Después de la quema aumenta la diversidad biológica y disminuyen las densidades poblacionales
- b - Las condiciones de hidromorfismo, propias de las zonas de zerales, afectan la diversidad biológica. Esta es mayor a medida que aumenta el tamaño del zuro (19 de las 42 familias) y se reduce considerablemente (50%) con el tamaño del mismo
- c - El drenaje influye considerablemente sobre la población de organismos. Bajo el efecto de un drenaje favorable se presenta mayor diversidad biológica (Opistóphora, Orthóptera, Coleóptera, Hymenóptera y Araneida), mientras que las condiciones desfavorables repercuten en el número de grupos de organismos (Opistóphora, Orthóptera y Coleóptera).

En un trabajo sobre la entomofauna del suelo de zerales Chamorro (1985), llega a la conclusión de que "no existe homogeneidad entre las zonas estudiadas" ya que las áreas caracterizadas presentan valores diferentes de densidad y diversidad biológica. Las condiciones bióticas y abióticas explican dicha heterogeneidad bioedáfica. La composición faunística típica, a nivel de familia es Formicidae, Termitidae, Carabidae, Staphylinidae, Blattidae, Japygidae, Compodeidae, Anajapygidae y Cydnidae

Los aspectos comentados reflejan la complejidad del aspecto "organismos" en la zona de estudio, las necesidades investigativas futuras y la estrecha relación existente entre los organismos del suelo y muchas de sus características y propiedades

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Los sedimentos que integran la zona estudiada se han relacionado con los cambios climáticos que actuaron sobre la cordillera Oriental, generando procesos erosivos de gran magnitud a través de su historia geológica (IGAC, 1985b). Los sedimentos aluviales (Pleistoceno Antiguo) se disponen en series alternantes, con predominio de materiales arcillosos y arenosos respectivamente. Se ha postulado, (IGAC 1983), que los sedimentos eólicos que cubren parte de las unidades altas se relacionan con épocas secas en la transición Pleistoceno-Holoceno

La mayoría de los materiales de la zona bajo estudio tienen su

origen en la alteración de las rocas integrantes de la cordillera Oriental y su depositación en ambiente continental no obstante, por su cercanía, no se descarta la influencia de los materiales provenientes de la alteración de las rocas del Escudo Guayanés, ya sea transportados por el agua, por influencia de eventos tectónicos en los cursos de agua, o por una dinámica mixta en la cual la acción eólica habría retomado parte los materiales depositados en playas y cercanías de grandes ríos (Khobzi, 1981, citado por Join, 1985)

Las rocas del Escudo son metamórficas e ígneas, siendo las primeras las más antiguas (anfíbolitas, cuarcitas, neises anfibólicos, cuarzo-feldespático y aluminico), sobre éstas se presentan sedimentos terciarios y cuaternarios (IGAC, 1983) Los afloramientos del Escudo indican predominio de granodioritas con estructura Rapakive (fenocristales de feldespatos potásicos generalmente envueltos por plagioclasas sódicas) y composición dominante (Szcweban, 1974, citado por IGAC, 1983) de microclina peritínica (60%), plagioclasa (15%), cuarzo (18%), biotita (4%) y hornblenda (3%)

La zona estudiada se ubica en la región de la Orinoquia bien drenada en los paisajes Colinado, de Valle y de Altillanura y con Tipos de relieve clasificados como Colinas, Depresiones o Bajos, Planadas (planos), Vegas y Terrazas (IGAC, 1985b).

La Altillanura ocupa el principal paisaje del área estudiada, su subdivisión, en plana y disectada, se realiza según su densidad de drenaje, su edad es Pleistocénica (Join, 1985) Este mismo autor indica que la zona investigada se ubica dentro de las geoformas aluviales correspondientes a la llanura aluvial de desborde del Pleistoceno Hace parte de la Altillanura disectada, con remanentes de la Altillanura plana, con niveles de corazas ferruginosas y localmente con glaciares arenosos del Holoceno Superior

Join (1985), ubica la formación de campos de dunas en la transición Pleistoceno-Holoceno, relacionados con climas áridos y con la dirección de los vientos dominantes (NE-SW) El cambio a climas más húmedos (Holoceno Superior) y la acción obstaculizante de las dunas forzaron el desbordamiento del río Meta sobre la Altillanura, en cuyas cubetas se explayaron los sedimentos originando un modelado de escarceos Posteriormente las arenas de las dunas fueron eliminadas al profundizar los ríos su cauce hasta llegar al nivel actual de erosión La disección de la Altillanura la asocia el investigador citado a procesos de erosión remontante desde el río Orinoco, durante los cuales el entalle de los ríos generó sucesiones de corazas petroféricas El escurrimiento y la disección aumentan hacia los bordes, taludes y zonas bajas, (IGAC, 1983)

El IGAC (1983), ha subdividido la Altillanura en plana, cóncava (mal drenada) y disectada, de estas la más amplia es la Altillanura disectada, que abarca a su vez, dos subunidades diferenciadas por el grado de disección la ondulada, con depresiones que incluyen corazas pseudocársticas y la quebrada, caracterizada por su mayor pendiente y cimas agudas

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Los suelos seleccionados (Figura 1) fueron descritos en el Levantamiento Semidetallado de Suelos del Proyecto Marandúa (IGAC, 1985b). Al efectuar el presente trabajo se tomaron muestras para análisis especiales de suelos. Posteriormente, en los mismos sitios, se obtuvieron muestras complementarias, algunas para caracterización detallada, físico-química y mineralógica y, otras, indisturbadas, para el análisis micromorfológico.

Debido a que, inicialmente, algunos suelos se describieron sólo hasta 2 m de profundidad, se hizo necesario complementar la descripción hasta alcanzar los 3 m para definir diferentes aspectos genéticos. En el Anexo se presentan las descripciones de los perfiles con la clasificación original, de acuerdo al estudio del IGAC (1985b), con la incorporación de la información del presente trabajo y, propuesta (ICOMOX, 1985). Aspectos taxonómicos adicionales se comentan a través del estudio.

Debe aclararse que en los resultados analíticos varias veces se hace referencia al espesor total de los horizontes muestreados, mientras que en otros, estos horizontes se han subdividido con la finalidad de caracterizar algunos aspectos en forma más precisa y poder adquirir criterios específicos más definidos.

Métodos

Análisis Químicos y Físicos

- Caracterización general de los suelos metodología según el Manual del Laboratorio de suelos del IGAC (1979), al igual que para las determinaciones físicas (textura, retención de humedad, superficie específica, estabilidad estructural, etc)
- Análisis total Langmyhr y Paus (1968)
- Oxidos libres de hierro Mehra y Jackson (1960)
- Hierro y aluminio solubles en ditionito-citrato Holmgren (1967)
- Hierro y aluminio solubles en pirofosfato Bascom (1968)
- Acidez extractable Peech et al (1947)
- Ph, NaF (1:50) Fieldes y Perrot (1966)
- Retención de fosfatos Blakemore (1978)
- Aluminio reactivo Blakemore (1983)
- Fraccionamiento de Humus adaptación del Método de Nancy (Andreux, 1973)

Análisis Mineralógico

Las muestras fueron fraccionadas en arenas (50-2000 μ), limos

(2-50 μ) y arcillas (< 2 μ).

La fracción arena comprendida entre 50-250 μ fue a su vez diferenciada en ligera y pesada utilizando bromoformo (d 2 89 g/cc)

El estudio de estas fracciones se efectuó mediante la utilización del microscopio petrográfico según criterios definidos por Kerr (1979) y Cady (1965), efectuando un conteo de 100 granos

La fracción arcilla se investigó mediante difracción de rayos X , utilizando un aparato Diano-XRD 8 000 con anticátodo de cobre, filtro de níquel 45kv y 35 miliamperios Las muestras fueron analizadas a 2° θ por minuto En esta fracción se efectuaron tratamientos en cuanto al catión de saturación (K o Mg), glicerol y calentamiento a 550°C

Se efectuó también el análisis térmico diferencial y termogravimétrico, mediante colaboración de la Subdirección de Investigaciones Químicas del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS) Para estos análisis se seleccionaron muestras especialmente afectadas por hidromorfismo (perfiles VM-20 y VM-23) y corazas Se separaron submuestras y se analizaron individualmente según el color (grises, amarillas y rojizas), los resultados fueron integrados a investigaciones con rayos X y análisis de arenas

Análisis Micromorfológico

Las muestras no disturbadas fueron llevadas al laboratorio, secadas al aire y sometidas a un proceso de impregnación utilizando rocío en forma al terna Se empleó vestopal como resina, diluyéndolo con estireno monómero, en presencia de un acelerador (naftanato de cobalto) y de un catalizador del proceso (peróxido de metil, etil, cetona) de acuerdo con la técnica de Jonge - rius y Heintzberger (1963), posteriormente se elaboraron las secciones delgadas (30 μ de espesor), las cuales fueron analizadas siguiendo las técnicas de Brewer (1964) y Cady (1985) Se describieron en detalle las muestras de matrices, moteados y nódulos, se fotografiaron las secciones representativas

INTERPRETACION DE RESULTADOS ANALITICOS

A continuación se interpretan los resultados analíticos referidos a las características físicas, químicas, mineralógicas y micromorfológicas, la interpretación conjunta e integral de los suelos se realiza al comentar su génesis y evolución

Características Físicas

Las características físicas, estudiadas en función de los objetivos

propuestos, se presentan en la Tabla 1. En ellas y en las observaciones realizadas en campo resaltan los siguientes aspectos

- a - Presencia de capas alternantes de sedimentos, entre las cuales sobresalen los recubrimientos de texturas gruesas en las partes altas de la Altillanura, sitios donde el proceso de disección es ligero. En las posiciones más bajas, especialmente en algunos lombrizales, se presenta tendencia al incremento de las texturas finas

La acción eólica que retoma los sedimentos cercanos a los ríos, el proceso de disección, la naturaleza granulométrica de los sedimentos, las discontinuidades litológicas frecuentes y la concentración de partículas finas en las zonas bajas, constituyen mecanismos explicativos de la distribución de partículas por tamaño en los suelos investigados

En algunos suelos estudiados se presentan horizontes correspondientes a las "arenas plásticas" de los perfiles ferralíticos comentados por Duchaufour (1977), el porcentaje de arcilla puede verse afectado por la síntesis (neoformación) de arcillas caoliníticas, influida por las condiciones del medio (acidez, aluminio y disolución lenta pero constante de materiales cuarcíticos)

La proporción de arcilla fina, dentro de la fracción arcillosa total, es baja (Tabla 1), lo cual, en gran parte, está explicado por el mayor tamaño de las arcillas caoliníticas, predominantes en estos suelos

Las relaciones limo arcilla varían de acuerdo con el grado de evolución y origen de los materiales, en Ultisoles y Oxisoles son bajas, acercándose o cumpliendo el límite (0.7) propuesto por ICOMOX (1985)

Los porcentajes de arcilla en el caso de los Oxisoles (perfiles VM-11 y VM-23) son bajos al estimarlos por los métodos convencionales; no obstante, al utilizarse la humedad a 15 bares y multiplicarla por 2.5, los valores aumentan considerablemente

- b - La estabilidad estructural y el estado de agregación, Tabla 1, permiten llegar a las siguientes conclusiones

- La estabilidad estructural en los horizontes A está cercana al valor de 3 mm lo cual permite que se interprete como adecuada, mientras que en los horizontes de profundidad (130-250 cm) es baja (< 0.5 mm), siendo su promedio de 0.13 mm. Entre los dos valores anotados y a profundidades que abarcan desde la base del horizonte A y 60 cm, se presentan promedios de 0.9 mm

- El factor que más influye en la estabilidad de la estructura de estos suelos es el porcentaje de materia orgánica, asociada con la acción de la

lombriz de tierra en las zonas bajas Los demás agentes cementantes (Fe libre, Al de cambio y contenido de arcillas) manifiestan menor importancia

- La naturaleza de los componentes orgánicos parece no afectar considerablemente su acción cementante, no obstante, este aspecto es motivo de investigación en la actualidad y su discusión debe postergarse
 - Aparentemente el porcentaje de arcilla tiene una menor incidencia sobre la estabilidad, que el contenido orgánico
 - El estado de agregación (agregados superiores a 0.5 mm) presenta valores interpretables en forma equivalente a los comentados para la estabilidad, tomando el valor de su media geométrica Los valores más bajos se encuentran en las capas inferiores a los 80 cm
 - Los resultados encontrados podrían favorecer fenómenos de sofusión
- c - Consistencia La consistencia de los suelos investigados, interpretada por su estimación en campo y mediante los valores asociados con el índice de plasticidad, permite llegar a las siguientes conclusiones
- El índice de plasticidad (IP) depende fundamentalmente del porcentaje de arcilla presente en los suelos (Figura 2a) y varía desde muy bajo a muy alto Se considera que en suelos con una mineralogía similar, un porcentaje de arcilla cercano a 22, permite alcanzar valores de IP próximos al 10%
- d - COLE Los valores del COLE son muy bajos en términos generales En algunos horizontes se alcanzan cifras de 0.02, relativamente altas para estos suelos, sin explicación aparente debido a la mineralogía característica y, en muchos casos, a sus texturas gruesas
- e - Retención de humedad En la Tabla 1 se presentan los valores de la humedad retenida por el suelo a 0.3 y 15 bares

Si bien la humedad retenida en algunos casos es relativamente alta debido a los porcentajes de materia orgánica y arcillas, la diferencia de humedad entre estos valores es baja, en términos generales

El valor promedio para los horizontes A es de 10%, mientras que para los horizontes de profundidad desciende a 4.5% El promedio de humedad a capacidad de campo es del 16.6% y en el punto de marchitamiento permanente es del 12.1%

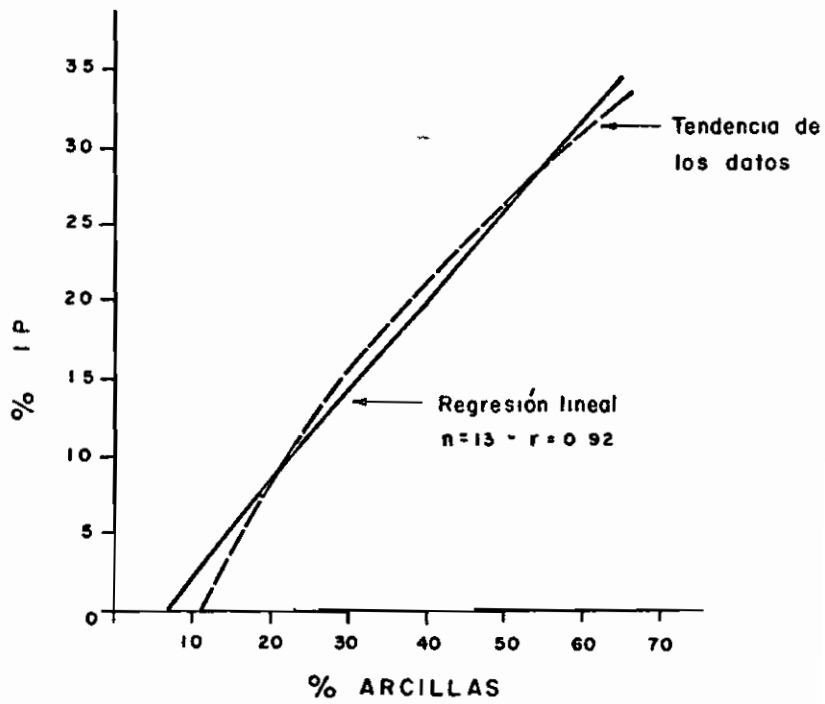


FIGURA 20 Relación entre el Índice de Plasticidad y los porcentajes de arcilla, se compara la tendencia de los datos con la regresión lineal calculada para ellos ($n=13$, $r=0,92$)

TABLA 1 Características físicas de algunos suelos del área del Torocay (Vichada Colombia)

Perfil	Horizonte y Profundidad (cm)	Granulometría de la Fracción < 2 mm (%)					Estructura		COLE	I P (%)	Retención de humedad	
		Arena (2-0 05)	Arcilla		Limo Arcilla	Textura (Bouyoucos)	Estado de Agregación (%)	M G (mm)			0 3 Bares	15 Bares
			Fina (<0.2)	Total								
VM-1 Eaplustox	A (0-14)	76		8		FA						
	AB (14-27)	72		10		FA						
	B ₀₁ (27-84)	58		16		FA						
	B ₀₂ (84-112/125)	46		20		F						
	2B _{0vcb1} (130-160)	54	1 15	22 (23 5)**	1 56	FAR _A	11 24	0 037	4 8	14 82	8 48	
	2B _{0vcb2} (160-250)	42	1 71	38 (40 2)	0 61	FAR	38 21	0 050		16 13	14 31	
	2B _{0vb} (250-300)	32	3 50	46 (39 5)	0 63	Ar	77 56	0 190		14 79	7 81	
VM-4 Dystropept	A ₁ (0-7/10)	36	-	16		F						
	A ₂ (7/10-40)	32	0 19	30 (33 5)	1 79	FAR	47 02	3 00	0 07	16 4	32 7	
	AB (40-48)	30	-	40		Ar					18 80	
	B ₀ (48-70)	32	1 47	32 (34 8)	1 09	FAR	66 51	0 25	0 009	17 9	26 40	
	B _{0v} (70-95/105)	38		28		FAR						
	B _{0p} (95/105-115/120)	42	1 53	26 (23 7)	1 36	F	51 53	0 07	0 001		12 60	
	2C (130-250)	74	0 26	10 (5 3)	2 74	FA	17 48	0 05	0 002		7 70	
VM-5 Plinthocept	A (0-20)	52	1 54	6 (10)	2 05	FA	96 38	3 00	0 02	No	13 10	
	B ₀₁ (28-35/40)	48		10 (15 4)		F						
	B ₀₂ (35/40-70/80)	48	2 84	18	1 76	F	90 95	0 90	0 001	No	11 40	
	2B _{0tgvb1} (70/80-95/105)	56	-	22 (18 9)	1 50	FAR _A	59 31	0 068	0 001		12 60	
	2B _{0tgvb2} (95/105-160)	52	2 76	26		FAR _A			0 001		7 40	
2C _{0v} (160-200x)	56	2 48	26 (20 7)	1 00	FAR _A	32 17	0 046	0 001		14 60		
VM-10 Plinthustult	A ₀ (0-28)	52		6		FAG _r						
	2B _{0c} (28-50)	30		44		Ar						
	2B _{0cc} (50-144)	36	1 60	40 (46 4)	0 49	Ar	45 40	0 078	28 3	19 25	11 84	
	3B _{0tbl} (144-200)	30	1 13	50 (47 8)	0 43	Ar	75 09	0 296		19 85	13 79	
	3B _{0b2} (200-260)	48	0 07	36 (32 0)	0 55	FAR _A	14 09	0 032		19 02	9 64	
VM-11 Umbropept	A ₁ (0-19)	66		16 (40 5)		FA						
	A ₂ (19-46)	56	2 50	20 (35 6)	0 58	FAR _A	97 06	2 90	0 02	20 2	24 30	
	2B _{0v1} (46-79)	58	3 00	26 (32 3)	0 65	FAR _A	88 17	1 32	0 002	14 0	17 00	
	2B _{0g} (79-110)	60	2 18	26 (34 3)	0 72	FAR _A	97 58	3 13	0 001		17 60	
	3B _{0cg} (110-152)	62	1 27	24 (20 8)	0 72	FAR _A	58 99	0 119	0 001		10 60	
	3B _{0cg} (152-200)	64	1 47	22 (13 9)	1 22	FAR _A	50 99	0 150	0 02		9 30	
	4C (200-250)	58	0 46	24 (23 5)	0 90	FAR _A	-	-	-		-	
VM-20 Plinthocept	A (0-35/48)	48		16 (10 4)	6 16	F	93 42	2 59	0 001	8 3	24 30	
	3B _{0t} (35/48-109)	24	3 41	50 (35 2)	1 21	Ar	88 00	1 00	0 02	18 9	17 10	
			3 86		0 99		89 17	0 87	0 016	1.1	18 20	
	2B _{0tgv1} (109-131)	16	-	54 (45 8)	-	Ar	-	-	-	-	-	
	3B _{0tgv2} (131-157)	18	3 78	54 (45 8)	0 67	Ar	46 11	0 05	0 001		22 30	
3B _{0tgv3} (157-200x)	36	3 52	36 (40 0)	0 88	Ar	64 76	0 50	0 001		19 30		
VM-23 Plinthocept	A (0-16)	40	3 03	16 (59 3)	0 60	F	98 34	2 99	0 015	34 15	34 60	
	AD (16-44)	26		36 (61 2)		FAR			0 017	26 1	23 00	
	D _{0gv1} (44-102)	30	4 01	44 (58 6)	0 56	Ar	95 06	1 18	0 007		18 60	
			3 19		0 69		93 14	0 89	0 007		18 80	
	2B _{0gv2} (102-200x)	38	3 28	26 (45 5)	0 74	FAR	61 57	0 45	0 005		18 90	

* Con referencia a la arcilla determinada por pipeta

** Los números entre paréntesis corresponden a los porcentajes de arcilla mediante análisis por pipeta

Indica dato analítico para más de un horizonte

Características Químicas

Las características químicas de los suelos investigados se presentan en la Tabla 2 y los análisis de elementos totales en la Tabla 3

Características Químicas Generales

Los suelos presentan características químicas globales típicas de las condiciones y procesos que se llevan a cabo en este tipo de sabanas tropicales de muy baja fertilidad, se destacan los siguientes aspectos

a - Acidez marcada, valores de pH inferiores a 5, en 5 de los 7 perfiles estudiados, y entre 5 y 5.3 en los 2 restantes. Esto determina

- Valores de aluminio de cambio relativamente altos, especialmente en los suelos ubicados en las zonas bajas, apreciados por las relaciones de elemento con las bases de cambio y por la saturación del complejo (Tabla 2), las cantidades de hidrógeno de cambio son bajas (inferiores a 0.5 me/100 g, con un promedio para las 41 muestras estudiadas de 0.2 me/100g)

La importancia del contenido de aluminio en estos suelos se manifiesta al considerar su saturación en relación con la suma de Al, Ca y Mg de intercambio (Tabla 2), los resultados obtenidos indican valores altos (60-90%) en todos los perfiles, con excepción del VM-1 (22-51%). En los horizontes A la relación varía entre 51 y 80 con promedio del 71%

- Valores muy bajos para los demás cationes de cambio, la saturación de bases es baja (inferior al 10% en el primer metro), En términos globales se notan algunos valores menos bajos (20-25% y un valor extremo del 50%) en horizontes profundos de los perfiles VM-1, VM-5 y VM-11

- Los contenidos de P son extremadamente bajos. La retención de fosfatos, por parte del suelo, es muy constante en los horizontes de profundidad (cerca al 40%), mientras que en los horizontes de superficie tiende a aumentar (39-84%, con promedio del 53%). Estos porcentajes, siendo altos, son considerablemente inferiores a los que presentan otros suelos caracterizados por su alto poder fijador (Andisoles 85%, excepto en regiones áridas o más secas, donde el límite desciende hasta el 60%, ICOMAND, 1984)

b - La Capacidad de Intercambio de Cationes se aprecia de diferentes formas

- Por el método del acetato de amonio, normal y neutro, es baja para aquellos horizontes en los cuales la materia orgánica es muy escasa. Los valores mayores ocurren en los horizontes superficiales de la mayoría de los suelos. Su valor depende notoriamente del contenido de materiales orgánicos y del pH del acetato de amonio, condiciones bajo las cuales se hizo la determinación (CICA, Tabla 2)

- La capacidad de intercambio, apreciada por la suma de cationes extraídos a pH 7, más el Al de cambio, muestra valores muy bajos (menores de 0.5 me/100 g con promedio de 2.3) y significativamente inferiores a los co

TABLA 2 Características químicas seleccionadas de los suelos estudiados (Area del Terecay Vichada Colombia)

Perfil	Horizonte y Profundidad (cm)	pH (1 l H2O)	C O %	Nt %	C/N	AF/AH	Bases Totales (me/100g)	S Bases %	Cap Inter Cationes(me/100g)			Al Int me/100 g	Al/Bases Al Ca Mg	
									CICA	CICE	CIC(Cl2Ba TEA)			
VN-1 Reglustox	A (0-14)	5.3	0.52	0.05	10	1.75	0.6	18.8	3.2	1.1	6.0	0.41	0.7	50.6
	AB (14-27)	5.3	0.35	0.04	9	2.00	0.6	25.0	2.4	1.0	4.6	0.35	0.6	46.7
	Bo1 (27-84)	5.3	0.19	0.02	10		0.5	25.0	2.0	0.8	4.1	0.11	0.2	21.6
	Bo2 (84-112/125)	5.3	0.11	0.02	6		0.5	20.8	2.4	0.7	4.1	0.11	0.2	21.6
	2Bovcb1 (130-160)	5.1	0.08	0.02	4		0.7	14.6	4.8	1.0	6.1	0.25	0.4	29.4
	2Bovcb2 (160-250)	5.0	0.03	0.01	3		1.8	29.5	6.1	3.6	8.1	1.62	0.9	48.8
	2Bovb (250-300)	5.2	0.03	0.01	3		1.8	28.1	6.4	3.4	8.0	1.44	0.8	45.9
VN-4 Dyotropop	A1 (0-7/10)	4.4	2.78	0.28	10	0.75	0.6	4.4	13.7	2.0	22.9	1.19	2.0	74.8
	A2 (7/10-40)	4.9	2.13	0.21	10	0.83	0.6	2.9	17.5	1.9	21.8	0.43	1.9	69.9
	AB (40-48)	5.0	0.80	0.08	10		0.5	4.7	10.7	2.1	13.7	1.53	3.1	79.3
	Bo (48-70)	4.9	0.25	0.03	8		0.6	12.8	4.7	2.2	7.3	1.47	2.5	71.0
	Bw (70-95/105)	4.8	0.13	0.02	7		0.6	12.2	4.9	2.8	5.2	1.94	3.2	76.4
	Bg (95/105-115/120)	4.6	0.10	0.02	5		0.6	13.6	4.4	1.6	6.0	0.68	1.1	53.1
	2C (130-250)	4.9	0.02	0.01	2		0.4	14.3	2.8	0.8	5.8	0.32	0.8	44.4
VN-5 Plinthoquox	A (0-20)	4.7	0.77	0.08	10	0.30	0.6	15.0	4.0	1.1	7.0	0.41	0.7	63.1
	Bg1 (20-35/40)	4.6	0.19	0.03	10		0.8	25.0	3.2	1.5	6.1	0.60	0.8	71.4
	Bg2 (35/40-70/80)	4.6	0.17	0.03	6		0.6	18.8	3.2	1.8	5.1	1.08	1.8	81.8
	2Btgvb1 (70/80-95/105)	4.6	0.14	0.02	7		0.6	15.0	4.0	1.9	6.3	1.19	2.0	83.2
	2Btgvb2 (95/105-160)	4.7	0.10	0.02	5		1.1	24.1	4.5	3.1	8.9	1.84	1.7	80.7
	2Cv (160-200x)	4.8	0.04	0.01	4		1.0	20.8	4.8	3.1	7.5	1.73	1.7	79.7
VN-10 Plinthosult	Ac (0-28)	4.6	1.17	0.08	15	2.39	0.5	8.2	6.1	1.4	8.0	0.67	1.3	62.6
	2Bwc (28-50)	5.2	0.07	0.03	2		0.6	8.2	7.3	1.8	8.7	1.02	1.7	71.8
	2Btoc (50-144)	4.8	0.04	0.02	2		0.6	11.3	5.3	2.0	6.7	1.27	2.1	76.0
	3Btobl (144-200)	4.8	0.03	0.01	3		0.6	9.8	6.1	3.1	8.3	2.40	4.0	85.7
	3Bob2 (200-260)	4.7	0.03	0.01	3		0.9	22.5	4.0	2.7	7.3	1.62	1.8	66.9
VN-11 Embroquox	A1 (0-19)	4.7	2.79	0.21	14	0.88	0.7	3.8	18.1	2.4	24.4	1.49	2.1	78.8
	A2 (19-46)	4.8	1.46	0.11	13	0.48	0.7	4.9	14.3	2.1	17.8	1.23	1.8	75.5
	2Bw (46-79)	4.8	0.64	0.06	11		0.5	5.6	8.9	1.5	9.8	0.84	1.7	67.7
	2Bg (79-110)	4.7	0.36	0.04	9		0.5	8.8	5.7	1.2	7.4	0.58	1.2	59.2
	3Bog (110-152)	4.7	0.21	0.03	7		0.6	50.0	1.2	1.3	6.6	0.58	1.0	59.2
	3Boog (152-200)	4.7	0.16	0.03	8		0.5	25.0	2.0	1.1	6.5	0.54	1.1	57.4
	4C (200-250)	4.7	0.19	0.02	10		0.4	7.0	5.7	1.7	7.1	1.25	3.1	75.8
VN-20 Plinthoquult	A (0-35/48)	5.3	5.22	0.44	12		0.6	1.6	36.6	3.4	44.0	2.51	4.2	86.3
	2Btg (35/48-109)	5.1	0.71	0.10	7		0.7	3.7	18.5	4.9	18.4	3.63	5.2	40.1
	2Btgv1 (109-131)	5.1	0.30	0.07	4		0.5	3.3	15.3	5.5	14.7	4.43	8.9	91.7
	3Btgv2 (131-157)	5.1	0.14	0.05	3		0.5	4.3	11.5	4.9	13.7	4.21	8.4	91.3
	3Btgv3 (157-200x)	5.3	0.07	0.02	4		0.5	5.6	8.9	4.1	9.8	3.13	6.3	88.7
VN-23 Plinthoquox	A (0-16)	5.0	2.87	0.24	12	0.60	0.5	2.8	13.5	2.5	16.6	1.71	3.4	81.0
	AB (16-44)	5.1	0.40	0.06	6	0.59	0.5	3.7	10.5	2.5	9.5	1.86	3.7	82.3
	Boqv1 (44-102)	5.1	0.17	0.04	4		0.5	5.6	8.9	3.7	10.3	2.89	5.8	87.8
	2Boqv2 (102-200x)	5.1	0.04	0.02	2		0.6	8.3	7.2	3.7	8.5	2.79	4.7	87.5

Nota: Los valores de P son bajos para todos los casos. El H de cambio es muy bajo en todas las muestras.

respondientes al acetato de amonio, además, su valor no se ve afectado por los contenidos orgánicos, ni prácticamente, por las condiciones químicas de evaluación de los elementos intercambiables. Estos valores se consideran más cercanos a la realidad que los comentados previamente (CICA, Tabla 2)

- La capacidad de cambio por el método del Cl₂BA TEA a pH 8.2, se relaciona más que todo con la acidez neutralizable, extraíble, del medio. Como tal, revela los mayores valores, especialmente para algunos horizontes A de los suelos VM-20, VM-11, VM-4 y VM-23

La capacidad de intercambio de cationes, en conclusión, presenta valores bajos, con excepción de los horizontes A donde el contenido de materiales orgánicos la incrementa considerablemente, acorde con la mineralogía dominante y con el porcentaje de arcilla. Los diferentes métodos de apreciación afectan notoriamente sus valores característicos. Se debe resaltar que la carga dependiente del pH es, en promedio, de 17 me/100g para los epipedones y de 4 a 8 me/100 g para los endopedones

c - Materia orgánica del suelo y elementos asociados

El contenido de materia orgánica es obviamente mayor en los horizontes superficiales y, en especial, en los ubicados en posiciones bajas, donde la acción hidromórfica influye en la acumulación de estos componentes. En estas condiciones el promedio de C O % es de 2.6, mientras que en los horizontes A, en suelos mejor drenados, es solamente del 0.9% en promedio

Los valores de la materia orgánica (Tabla 2) disminuyen regularmente con la profundidad

Similar al comportamiento del carbono orgánico es el del nitrógeno total. La relación C/N se presenta en el intervalo 10-15, indicando un tipo de humus biológicamente activo en el cual la mesofauna tiene papel muy importante, especialmente en las zonas bajas, en las cuales la acción de las lombrices de tierra es sobresaliente (zonas de lombrizales)

La materia orgánica y su tipo de humus asociado son de gran importancia en los sistemas estudiados ya que el constituyente mineral se caracteriza por su alta evolución, abundancia de materiales resistentes a la degradación y muy bajo contenido en elementos nutrientes para las plantas. De acuerdo con Duchaufour (1977), las propiedades agronómicas de los suelos ferralíticos están en razón inversa a su grado de evolución. En ellos la importancia del ciclo biogeoquímico y de la materia orgánica como tal, es fundamental, ya que constituyen la única fuente de N, P, bases y elementos menores, representa, pues, la fuente de la fertilidad natural del suelo

El estudio inicial de los componentes húmicos del suelo revela los siguientes aspectos de interés

- La relación entre los ácidos fúlvicos (AF) y los ácidos húmicos (AH) indica un predominio de los primeros en los suelos de mejor drenaje, ubicados en posiciones altas, en estos casos el promedio de la relación es

de 2 l, mientras que en las zonas bajas, de mal drenaje, el promedio es de 0 6 (Tabla 2) La acción hidromórfica, la estacionalidad, el mayor contenido de materia orgánica y la acción polimerizante de la lombriz de tierra son factores que, en conjunto, explican dichos cambios

- La humina fluctúa dentro del rango 23-80% (promedio 44 5%), notándose una diferencia marcada en relación con el drenaje y la acción biológica, así

Suelos bien drenados	63 4% en promedio
Suelos mal drenados	31 9% en promedio

Las relaciones anotadas, los valores de pH, la influencia del hidromorfismo, la estacionalidad climática y la mesofauna dominante tienden a definir un tipo de humus clasificado como Mull ácido de Sabana Tropical. En las zonas mal drenadas, pero con estacionalidad marcada y muy alta actividad de la lombriz, podría clasificarse tentativamente como Hidronull ácido de Sabana Tropical

En cuanto a la acción estacional, Duchaufour (1977), anota la influencia de las estaciones secas acentuadas sobre la formación de compuestos húmicos, los que escapan a los procesos de "depolymerización", el humus bajo estas condiciones adquiere mayor estabilidad

La acción e influencia del humus y sus componentes afectan las características físicas (estabilidad de agregados, densidad, porosidad, retención de humedad), químicas y genéticas. De éstas hay que destacar la alta proporción de fracciones húmicas extraídas por el tetraborato de sodio 0 1N a pH 9 7 (Becerra, 1985), lo cual permite deducir presencia, en horizontes A, de compuestos orgánicos poco polimerizados y ligados en forma débil a algunos elementos (Fe, Al).

Análisis Químicos Totales (elementales)

En la Tabla 3 se presentan los resultados correspondientes al contenido total, elemental, del suelo (fracción tierra fina) en los perfiles investigados

De acuerdo con estos resultados se ha llegado a las siguientes conclusiones

- Independientemente de la interpretación de la dinámica del Fe, asociada con el hidromorfismo y con los procesos de formación de corazas, el análisis total (elemental) está acorde con el grado de alteración de los materiales sedimentarios y con los procesos evolutivos que han sufrido los suelos
- Se considera que el aporte de Si ha permitido la síntesis de minerales caolínicos, dominantes en este medio. La ausencia o muy baja presencia de cuarzo en la fracción arcillosa indica que, debido a su alteración, ha habido una suplencia constante del elemento, útil en la neosíntesis comentada
- Los valores de SiO₂ son especialmente altos en las capas cíclicas (VII-1) y en

TABLE 3 Análisis total de algunos horizontes de suelo (< 2 mm) y de corazas Retención de fósforo y suma de cationes (Ca, Mg, K, Na) Toracay (Vichada, Colombia)

Perfil, Horizonte y Profundidad (cm)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Po ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	Retención de P (%)	Ca + Mg + K + Na (mg/100 g)
VM - 1 Haploorthox									
A (0 - 14)	96 25	3 32	2 52	0 06	0 02	0 61	0 37	39	27 9
2Bovcb2 (160 - 250)	68 44	16 81	7 45	0 10	0 05	0 56	0 28	40	27 0
2Bovb (250 - 300)	66 30	18 51	9 31	0 07	0 06	0 80	0 25	40	30 6
VM - 4 Dystropept									
A1 (0 - 7/10)	77 00	12 84	2 70	0 32	0 08	0 42	0 18	64	30 2
A2 (7/10 - 40)	66 30	18 32	2 57	0 08	0 09	0 42	0 18	72	22 1
B _v (70 - 105)	85 56	9 63	0 81	0 07	0 06	0 23	0 15	39	15 2
B _g (105 - 120)	89 84	8 34	0 45	0 06	0 04	0 23	0 09	39	11 9
VM - 5 Plinthaquept									
A (0 - 20)	98 39	2 32	0 21	0 14	0 03	0 09	0 09	39	11 3
2Btgvb2 (95 - 160)	89 84	9 40	1 33	0 07	0 04	0 23	0 12	40	13 3
2Cgb (160 - 200)	85 56	9 44	1 60	0 06	0 04	0 33	0 12	39	15 0
VM - 10 Plinthustult									
Ac (0 - 28)	85 56	4 09	2 46	0 12	0 06	0 56	0 34	39	30 1
3Btobl (144 - 200)	66 30	17 56	5 73	0 05	0 06	0 75	0 25	40	28 8
3Bcb2 (200 - 260)	74 86	13 41	6 44	0 10	0 05	0 70	0 18	39	27 3
VM - 11 Umbraquox									
A1 (0 - 19)	68 45	14 73	4 87	0 11	0 05	0 23	0 15	61	16 1
3Bocg (152 - 200)	83 42	9 06	2 72	0 17	0 03	0 13	0 21	39	17 1
VM - 20 Plinthaquilt									
A (0 - 35/48)	58 60	19 64	0 94	0 11	0 10	0 38	0 09	89	19 7
2Btg (35/48-109)	68 44	22 47	1 01	0 09	0 11	0 51	0 15	54	24 4
3Btgv3 (157 - 200)	77 00	16 62	2 33	0 07	0 05	0 23	0 12	40	13 8
VM - 23 Plinthaquox									
A (0 - 16)	74 86	7 17	0 87	0 08	0 04	0 23	0 12	40	13 7
2Bogv2 (102 - 200)	81 82	13 41	1 32	0 08	0 06	0 28	0 15	40	16 6
CORAZAS									
M - 1 Amarilla	36 36	17 56	38 68	0 09	0 08	0 05	0 09	-	11 2
M - 1 Roja	51 33	8 99	31 52	0 13	0 06	0 05	0 09	-	11 7
M - 2 Amarilla	55 61	7 44	28 51	0 09	0 09	0 09	0 09	-	12 5
M - 2 Roja	44 19	18 89	25 79	0 11	0 04	0 05	0 09	-	9 9
VM - 20 Plinthaquilt									
3Btgv3 (157-200) Rojo	60 53	16 24	17 48	0 18	0 11	0 37	0 18	-	25 5
Gris	77 00	15 86	0 96	0 10	0 07	0 37	0 15	-	19 7
3Btgv3 (130-160) Rojo	57 54	17 94	17 33	0 11	0 08	0 18	0 24	-	19 4
Gris	71 23	20 54	1 01	0 08	0 05	0 14	0 19	-	14 4
VM - 23 Plinthaquox									
2Bogv2 (90-160) Rojo	60 75	20 96	8 02	0 24	0 10	0 28	0 15	-	24 3
Gris	53 48	20 40	1 06	0 10	0 08	0 33	0 15	-	19 4
2Bogv2 (160-200) Rojo	61 17	22 66	7 59	0 15	0 11	0 33	0 06	-	19 6
Gris	64 17	24 93	1 14	0 13	0 10	0 28	0 06	-	17 5

algunos suelos clasificados como Inceptisoles, los Ultisoles y Oxisoles manifiestan contenidos menores. Los valores más bajos están relacionados con las corazas y con horizontes sometidos a procesos hidromórficos y formación de plintita

- El contenido de Al_2O_3 es muy superior al del Fe_2O_3 en las muestras de horizontes "completos". Cuando se "fraccionan" según el hidromorfismo y sus productos originados (manchas, segregaciones, concentraciones), la cantidad de aluminio es considerablemente inferior, exceptuando las zonas grisáceas de mayor reducción, donde el Fe es eliminado y el aluminio se concentra en proporciones de 15-20 a 1 (Tabla 3)
- Las cantidades de Ca, Mg, K y Na son relativamente bajas, especialmente Ca y Mg, en las corazas se dan los valores más bajos. La relación entre la mineralogía de las arenas (conteo de granos) y la suma de estos elementos (Tabla 3), en los horizontes óxicos estudiados, se ajusta a la propuesta presentada por Herbillon (ICOMOX, 1985), en cuanto al límite establecido de 25 me/100 g

Hierro, Aluminio y Compuestos Húmicos

Especial importancia se dió a la dinámica y cuantificación del hierro, del aluminio y de los compuestos húmicos, ya que en gran parte la evolución actual de los suelos está determinada por ellos. Los procesos hidromórficos, la acidez, la estacionalidad y la naturaleza del humus son aspectos que afectan la dinámica de estos elementos

Los diferentes métodos analíticos utilizados buscan conocer los mecanismos y estados en que estos elementos se movilizan en el suelo, de acuerdo con Jeanroy, Guillet y Ortiz (1984), las formas del Fe pueden evaluarse así

- El método de Mehra y Jackson, 1960, (Ditionito - Bicarbonato - Citrato, DCB) causa la disolución de óxidos (hematita) y oxihidróxidos de hierro (goetita, lepidocrocita). En consecuencia este método disuelve las formas cristalinas y amorfos de Fe, más no las asociadas con la estructura de silicatos o con las huminas
- La extracción con pirofosfato de sodio permite evaluar todas las formas orgánicas de hierro, especialmente las asociaciones coloidales férricas e hidratadas, las cuales facilitan la adsorción de compuestos orgánicos. Esta extracción se asocia con materiales esencialmente amorfos de Fe y Al
- El Al extraído con oxalato ácido (Al reactivo, Blakemore, 1983), se ha relacionado especialmente con compuestos amorfos o mal cristalizados de Al. Su incidencia reactiva se ha comprobado por medio de los valores de pH en FNA (1.50), Fieldes y Perrot (1966)
- El análisis total de estos elementos se realizó mediante la metodología de Langmyhr y Paus (1968), con la finalidad de evaluar dicho contenido y compararlo con formas "activas" o correspondientes a la dinámica elemental en este medio

Con base en los resultados obtenidos (Tabla 4) se llega a las siguientes conclusiones:

- a - Al comparar las cantidades mediante extracción del DCB con el pirofosfato (pH 10), los valores de los elementos muestran diferencias marcadas entre los suelos de mejor drenaje en la altillanura y aquellos ubicados en posiciones bajas con hidromorfismo acentuado (Figura 3). La interpretación de este fenómeno lleva a postular una mayor proporción de compuestos cristalinos en las posiciones altas, ya que en ellas las condiciones de oxidación son predominantes. Este razonamiento es independiente de la abundancia de compuestos amorfos en los epipedones comparados con los endopedones.

La relación de Fe y Al, extraídos con DCB y pirofosfato, muestran un fenómeno marcado en cuanto a los valores en horizontes de superficie y de profundidad, así:

- Valores bajos (1-5) en epipedones (promedio en los primeros 30 cm 1.8)
- Valores altos (12-59) en endopedones (promedio en profundidades superiores a 30 cm 17.4)

No obstante la generalización anterior se presentan casos particulares, así, en el perfil VM-11 (zona de zural) a pesar de los incrementos, en profundidad son bajos (3-8), en superficie son aún menores (1-2).

La observación de las gráficas permite deducir también un incremento de la relación con la profundidad; en el caso del Ultisol, perfil (VM-10) la relación se mantiene, ya que en él ha habido una pérdida de horizontes superficiales por erosión.

La concentración de materiales férricos en profundidad, asociada al afecto de condiciones reductoras, estacionalidad y discontinuidades litológicas se evidencia fácilmente en la Figura 3. Los compuestos amorfos de Fe son mayores en los epipedones, posiblemente ligados al mayor contenido orgánico, en profundidad disminuyen. Si bien con el Al se presenta una tendencia similar, son notables los valores superiores de los componentes amorfos en profundidad y los bajos contenidos (≤ 0.4) de Al reactivo (extraído con oxalato ácido). Cuando se alcanzan valores mayores (0.8-0.9%) el pH en FNa llega o supera a 10 (VM-4, 10-40 cm, y VM-20, 0-48 cm).

- b - En los perfiles mejor drenados de la Altillanura (VM-1 y VM-10) los óxidos libres de Fe son notablemente menores en el horizonte superficial y aumentan en profundidad (1% vs. 2 a 5%), esto podría estar asociado con la acción de los compuestos orgánicos ($AF > AH$) y con la influencia de la hidrólisis ácida. Bajo estas condiciones puede presentarse una posible translocación (queluviación?) en superficie y una concentración del Fe en profundidad.

- c - Los fenómenos anotados explican la presencia de diferentes manifestaciones de los elementos comentados en especial del Fe en profundidad. La dinámica

TABLA 4 Al y Fe totales y diferentes valores obtenidos por soluciones extractables selectivas para formar asociadas con óxidos bien y mal cristalizados (Fe) compuestos amorfos y con reacciones orgánicas

Perfil	Horizonte y Profundidad (cm)	H I E R R O (Fe) %					A L U M I N I O (Al) %					pH (Fha)	Fe ₂ O ₃ libre	
		Total	Sol Pirof	Sol Dit	Citr	Libre (DCB)	Total	Sol Pirof	React (Oxal ácido)	Sol Dit	Citr		Fe ₂ O ₃	Total
VN-1 Euplustox	A (0-14)	1.76	0.18	0.33		0.71	1.76	0.07	0.04	0.12		7.3	0.4	
	AB (14-27)		0.25	0.37		0.83		0.04	0.11	0.10		7.2		
	Bol (27-84)		0.10	0.52		1.27		0.05	0.12	0.10		7.3		
	Do2 (84-112/125)		< 0.01	0.65		1.49		0.03	0.13	0.12		7.5		
	2Dovcb1 (130-160)		< 0.01	2.18		2.80		0.04	0.10	0.15		7.5		
	2Bovcb2 (160-250)	5.21	< 0.01	2.75		2.55	8.89	0.04	0.09	0.22		7.5	0.5	
	2Bovb (250-300)	6.51	< 0.01	2.55		3.42	9.80	0.05	0.08	0.15		7.2	0.5	
VN-4 Dytropopt	A1 (0-7/10)	1.88	0.26	0.70		0.99	6.79	0.34	0.69	0.32		9.2	0.5	
	A2 (7/10-40)	1.79	0.26	0.30		0.76	9.64	0.57	0.87	0.35		10.0	0.4	
	AB (40-48)		0.19	0.27		0.69		0.28	0.45	0.25		9.4		
	Ba (48-70)		0.02	0.06		0.15		0.09	0.14	0.15		8.1		
	Bv (70-95/105)	0.56	< 0.01	0.15		0.15	5.09	0.04	0.09	0.06		7.3	0.3	
	Bg (95/105-115/120)	0.31	< 0.01	0.02		0.03	4.41	0.05	0.06	0.04		7.2	0.1	
	2C (130-250)		< 0.01	0.89		1.27		0.03	0.03	0.12		7.2		
VN-5 Plinthocept	A (0-20)	0.14	< 0.01	0.02		0.06	1.23	0.09	0.16	0.03		7.5	0.4	
	Bg1 (20-35/40)		< 0.01	0.03		0.06		0.03	0.13	0.04		7.4		
	Bg2 (35/40-70/80)		< 0.01	0.05		0.09		0.03	0.06	0.05		7.3		
	2Btgvb1 (70/80-95/105)		< 0.01	0.26		0.26		0.05	0.07	0.08		7.4		
	2Btgvb2 (95/105-160)	0.93	< 0.01	0.65		0.83	4.97	0.05	0.07	0.10		7.5	0.9	
	2Crv (160-200x)		< 0.01	1.03		1.00	5.00	0.06	0.07	0.12		7.3	0.9	
VN-10 Plinthactalt	Ac (0-28)	1.72	0.23	0.98		0.90	2.16	0.10	0.11	0.22		7.2	0.5	
	2Bvo (28-50)		< 0.01	2.16		2.63		0.04	0.12	0.40		7.8		
	2Btoc (50-144)		< 0.01	1.50		3.12		0.03	0.06	0.11		7.6		
	3Dtobl (144-200)	4.00	< 0.01	2.51		2.77	2.29	0.04	0.06	0.11		7.6	0.7	
	3Bob2 (200-260)	4.50	< 0.01	1.72		3.55	7.09	0.05	0.07	0.11		7.3	0.8	
VN-11 Umbraqueox	A1 (0-19)	3.40	1.10	2.18		2.33	7.79	0.33	0.44	0.53		7.6	0.7	
	A2 (19-46)		0.63	0.89		1.00		0.32	0.31	0.31		7.8		
	2Bw1 (46-79)		0.47	0.85		1.23		0.18	0.13	0.15		7.4		
	2Bg (79-110)		0.33	0.83		1.17		0.12	0.08	0.10		7.1		
	3Bog (110-152)		0.27	0.85		1.04		0.09	0.04	0.10		7.3		
	3Bogv (152-200)	1.90	0.12	1.27		1.40	4.79	0.06	0.08	0.12		7.5	0.7	
	4C (200-250)		0.38	1.37		1.48		0.13	0.13	0.25		7.6		
VN-20 Plinthoquilt	A (0-35/48)	0.66	0.03	0.07		0.10	10.39	0.75	0.94	0.63		10.7	0.2	
	2Btg (35/48-109)	0.71	0.02	0.05		0.11	11.89	0.18	0.36	0.15		8.5	0.2	
	2Btgvl (109-131)		0.01	1.35		1.25		0.11	0.25	0.22		8.3		
	3Btgvl (131-157)		< 0.01	2.35		2.06		0.10	0.17	0.19		8.1		
	3Btgvl3 (157-200x)	1.62	< 0.01	1.08		1.28	8.79	0.08	0.13	0.10		7.8	0.8	
VN-23 Plinthoquox	A (0-16)	0.61	0.04	0.13		0.22	3.79	0.27	0.26	0.15		7.5	0.4	
	AB (16-44)		0.06	0.83		0.93		0.13	0.17	0.16		7.3		
	Bogvl (44-102)		< 0.01	0.86		0.99		0.07	0.17	0.10		7.6		
	2Bogvl2 (102-200x)	0.92	< 0.01	0.48		0.62	7.04	0.08	0.11	0.10		7.5	0.7	

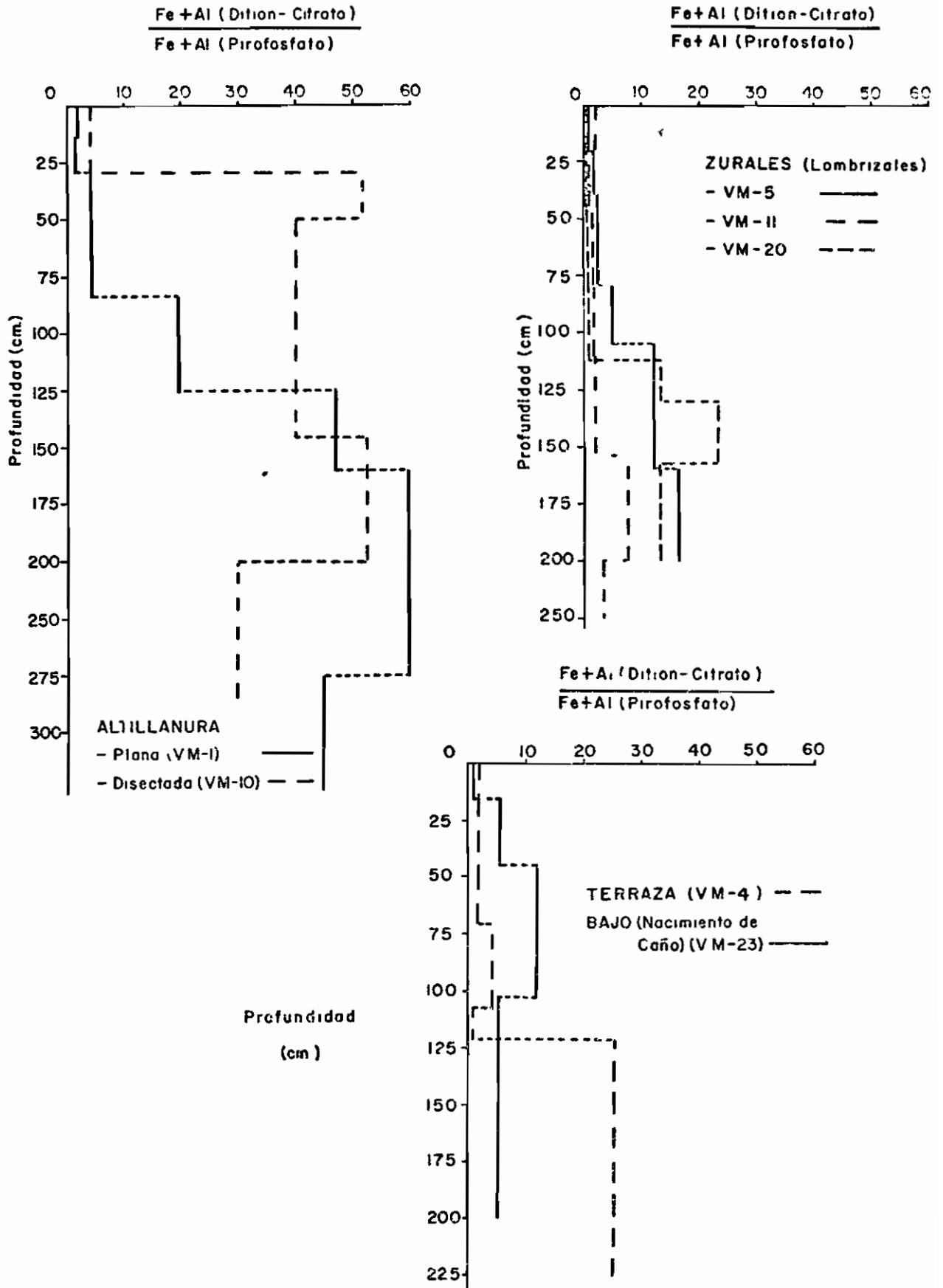


FIGURA 3 Relacion entre el Fe y el Al, extraido con Ditionito-Citrato y los mismos elementos mediante extraccion con Pirofosfato de Sodio a pH10

ca del hierro en el perfil y la segregación localizada en las zonas donde los cambios texturales son marcados, permiten la aparición de nódulos, manchas, plintita y corazas, estas últimas son especialmente dominantes en las zonas de mayor erosión o disección, donde los materiales enriquecidos en Fe entran en contacto con el aire (Fotografías 1 y 2)

Estas manifestaciones parecen estar relacionadas con una mayor importancia de los óxidos libres, los cuales cristalizan en la época estacional de sequía y evolucionan, endureciéndose, en función de su exposición al aire, el proceso es evidente especialmente al incrementarse la disección y erosión superficial

Las corazas, de acuerdo con Duchaufour (1977), presentan en su morfología características relacionadas con sus mecanismos formadores específicos, así

- Corazas pisolíticas formadas mediante la constitución de pisolitas y su posterior cementación
- Corazas escoriáceas o vacuolares su formación implica la cementación de compuestos de hierro en la red de fisuras, poros, etc. Al desaparecer la parte más débil (espacio entre los poros saturados con compuestos férricos), se genera la coraza

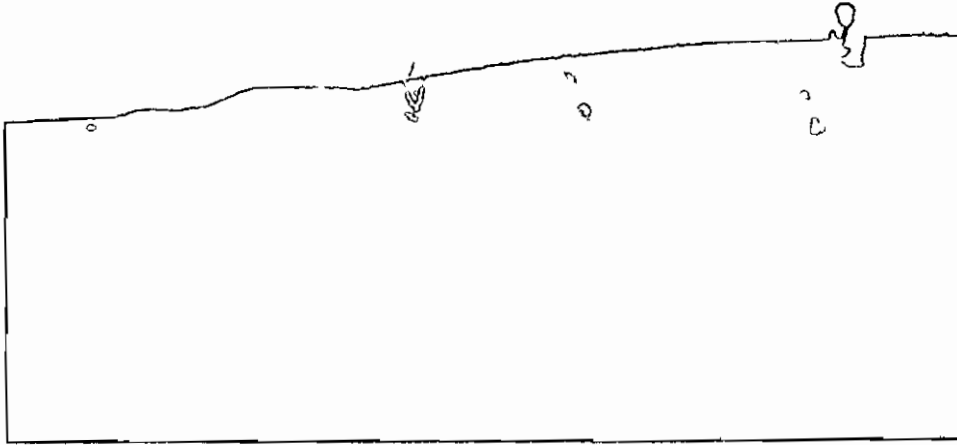
En la región estudiada, el tipo predominante de coraza es el "vacuolar", especialmente en las zonas de mayor disección y en suelos clasificados como Haplustox petroféricos (IGAC, 1983). La concentración de compuestos férricos oxidados, evaluados como óxidos libres de hierro, las altas temperaturas y las condiciones de oxidación, juegan un papel importante en este proceso, al actuar sobre materiales subyacentes y generar la morfología vermicular que semeja una actividad biológica previa (termites, lombrices)

La presencia de coloraciones rojizas y amarillentas, dependientes de los compuestos hematíticos y goetíticos respectivamente, permite deducir las condiciones o edades tentativas involucradas en su formación*

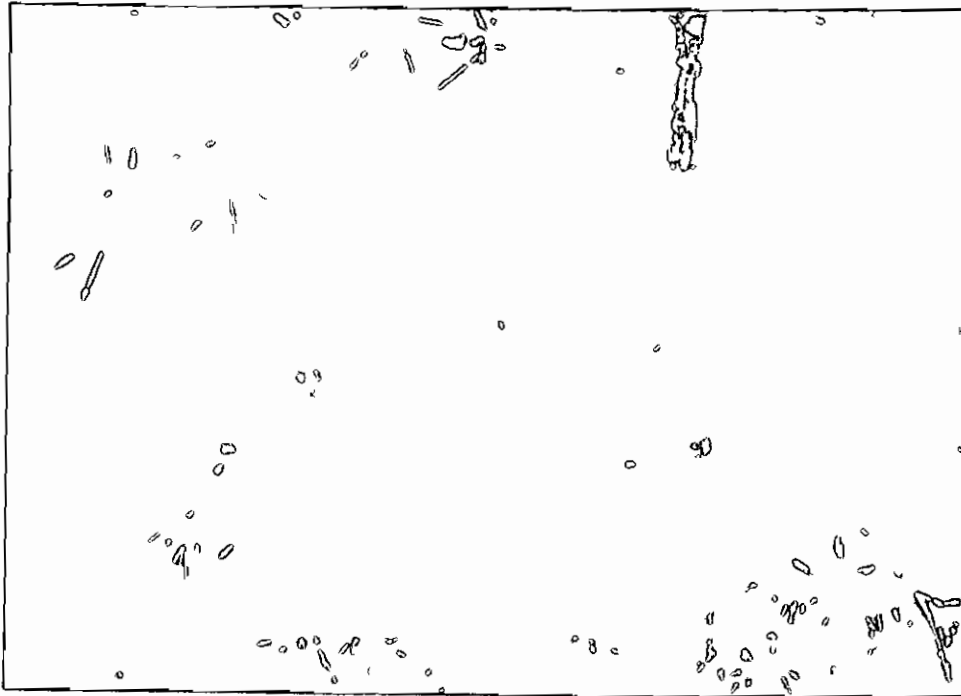
La Tabla 5 presenta el análisis mineralógico, (observación de color con el microscopio petrográfico) en muestras de horizontes donde el hidromorfismo es máximo. Se observa una estrecha relación entre el color (microscopía) y los minerales dominantes, así

- Coloraciones rojizas, pardo rojizas, pardo rojizas oscuras hematita
- Coloraciones amarillentas, pardo amarillentas y pardo amarillentas oscuras goetita

*Según Duchaufour (1977), la dominancia de hematita se asociaría con mayor edad, mientras que la correspondiente a goetita permitiría deducir una edad menor. No obstante, las condiciones del medio, especialmente las climáticas, pueden influir en la velocidad de evolución



Fotografía 1 Talud en la Altillanura disectada Unidad integrada por Haplustox petroféricos, en los cuales se forma la coraza escoriácea o vacuolar



Fotografía 2 Detalle de la coraza escoriácea en suelos Haplustox petroféricos Goetita y Hematita dominan en ella como minerales secundarios, constituyendo el material de concentración absoluta

TABLA 5 Mineralogía e muestras seleccionadas de corazas y horizontes de alto hidromorfismo (Terecay Vichada)

Muestra	Características bajo el microscopio de luz polarizada	Rayos X	ATD
<u>CORAZA 1</u>			
Partes rojizas	Oxidos de Fe pardo rojizos y cuarzo	Cuarzo ^o > Hematita > Caolinita ^{tr} Goetita ^{tr}	Caolinita óxidos cristalinos Fe cuarzo
Partes amarillentas	Oxidos de Fe pardo amarillento oscuros Cuarzo	Cuarzo ^o > Goetita ^{tr} > Hematita Caolinita ^{tr}	Goetita óxidos cristalinos, Fe, > Caolinita ^{tr} Cuarzo
<u>CORAZA 2</u>			
Partes rojizas	Oxidos de Fe pardo rojizo oscuros Cuarzo	Cuarzo ^o > Caolinita Hematita ^{tr} > Goetita ^{tr}	Caolinita > Amorfos óxidos cristalinos Fe Cuarzo
Partes amarillentas	Oxidos de Fe pardo amarillento oscuros Cuarzo	Cuarzo > Goetita ^{tr} > Caolinita > Hematita ^{tr}	Goetita óxidos cristalinos Fe > Caolinita ^{tr} Cuarzo
<u>PERFIL VM-20</u>			
(130 - 160 cm)			
Parte blanca	Oxidos de Fe amarillo claro a grisáceos Cuarzo	Cuarzo ^o > Caolinita ^{tr}	Caolinita > Amorfos > <u>Gibbsite</u> ^{tr} Cuarzo
Parte rojiza	Oxidos de Fe, pardo rojizos Cuarzo	Cuarzo ^o Caolinita Hematita ^{tr}	Caolinita > Amorfos > Oxidos cristalinos Fe > <u>Gibbsite</u> ^{tr} Cuarzo
(160 - 205 cm)			
Parte blanca	Oxidos de Fe amarillo grisáceos Cuarzo	Cuarzo ^o > Caolinita ^{tr}	Caolinita > Amorfos, <u>Gibbsite</u> ^{tr} Cuarzo
Parte rojiza	Oxidos de Fe, pardo rojizos Cuarzo	Cuarzo ^o > Caolinita > Hematita ^{tr}	Caolinita > Amorfos, óxidos cristalinos, Fe, > <u>Gibbsite</u> ^{tr} Cuarzo
<u>PERFIL VM-23</u>			
(50 - 160 cm)			
Parte blanca	Oxidos de Fe pardo amarillento oscuros Cuarzo	Cuarzo ^o > Caolinita <u>Gibbsite</u>	Caolinita > <u>Gibbsite</u> > Amorfos Cuarzo
Parte rojiza	Oxidos de Fe, pardo rojizo oscuros Cuarzo	Cuarzo ^o > Caolinita <u>Gibbsite</u> ^{tr} > Hematita ^{tr}	Caolinita > <u>Gibbsite</u> > Amorfos Oxidos de Fe, Cuarzo
(160 - 200 cm)			
Parte blanca	Oxidos de Fe pardo amarillento oscuros Cuarzo	Cuarzo ^o > Caolinita <u>Gibbsite</u>	Caolinita > <u>Gibbsite</u> Amorfos Cuarzo
Parte rojiza	Oxidos de Fe pardo rojizo oscuros Cuarzo	Cuarzo > Caolinita <u>Gibbsite</u> ^{tr} > Hematita ^{tr}	Caolinita > <u>Gibbsite</u> , Amorfos óxidos de Fe, Cuarzo

- Coloraciones blanco-grisáceas, amarillo claras, pardo amarillentas oscuras caolinita y/o gibsita

El estudio de los materiales plínticos y de algunas corazas permitió llegar a las siguientes conclusiones

- Existe relación entre el color, el contenido de Fe total (18-27% de Fe) y la mineralogía dominante. Estas relaciones han sido encontradas también en Sudán, por Folster et al (1971)
- El cuarzo es el mineral predominante en todas las muestras (plintita y corazas), los demás minerales son hematita, caolinita, goetita (corazas) y gibsita (en suelos). Es importante anotar la carencia de gibsita en las muestras de corazas y su presencia en el suelo (VM-23, Plintnaquox)

En las Figuras 4 y 5 se presentan los termogramas (ATD) en las muestras estudiadas. En la Tabla 6 los valores correspondientes al análisis térmico (TG Termogravimétrico). En relación con el ATD vale la pena destacar los siguientes aspectos

- La temperatura de inversión del cuarzo ($\leq 571^{\circ}\text{C}$) puede asociarlo a un origen sedimentario
- La caolinita presenta endotermas a $480-485^{\circ}\text{C}$ en muestras de suelos y, en corazas a $480-500^{\circ}\text{C}$. Las exotermas ($980-985^{\circ}\text{C}$) no son muy intensas y se presentan más notorias en las zonas blancas (grisáceas) de los suelos, mientras que en las corazas son mínimas. De esto se deduce, que la cristalinidad es baja (grado de desorden alto). Las especies con cristalinidad alta presentan endotermas a temperaturas superiores a 555°C (Smykatz - Kloss, 1974) y exotermas a $980-1005^{\circ}\text{C}$
- La gibsita manifiesta endotermas a 260°C (250 a 280°C) especialmente en muestras de suelos, VM-23, donde también se confirmó su presencia por rayos X
- La goetita muestra endotermas a 305°C . Su presencia también se ha confirmado por Rayos X (corazas 1 y 2 en zonas blancas, no en las rojas). Debido a la temperatura de aparición ($\leq 360^{\circ}\text{C}$) se postula que en su composición hay cantidades relativamente altas de aluminio y bajo grado de ordenamiento y cristalinidad
- Se presenta también una endoterma amplia a 45°C , especialmente en suelos, la cual podría estar asociada a materiales amorfos y una exoterma a $300-345^{\circ}\text{C}$ posiblemente relacionada con óxidos de Fe (Lapidocrocita ?)

En síntesis, la mineralogía, implícita en la caracterización y transformación de materiales plínticos a petroferíticos involucra un cambio en la proporción relativa de elementos y minerales constituyentes. Así, en las corazas los óxidos de hierro predominan sobre la caolinita, mientras que en las muestras de materiales plínticos, la caolinita supera a los óxidos de aluminio y hierro, o llega a presentarse en cantidades equivalentes, especialmente cuando la gibsita está presente, como en el (VM-23). La formación de corazas de "concentración absoluta" define contenidos bajos de gibsita, lo cual es obvio ya

Tabla (Análisis termogravimétrico (TG), en muestras seleccionadas de los perfiles VM-20 y 23 (hidromorfismo fuerte) y corazas Zona del Ferrocay (Vichada)

Muestra	20-105°C (%)	105-350°C (%)	Perdidas (%) 240-280°C	Perdidas (%) 240-350°C	350-550°C (%)	550-1000°C (%)	Perdidas (%) 105-1000°C
VM-20 (130-160 cm) Blanca	1 8	1 8			5 4	2 1	9 3
VM-20 (130-160 cm) Roja	2 2	2 4			4 6	2 2	9 2
VM-20 (160-205 cm) Blanca	1 3	1 7			4 2	1 3	7 7
VM-20 (160-205 cm) Roja	2 0	2 5			4 1	1 9	8 5
VM-23 (90-160 cm) Blanca	3 1	2 9	0 9		5 6	1 9	10 5
VM-23 (90-160 cm) Roja	2 0	3 4	1 0		4 9	1 9	10 2
VM-23 (160-200 cm) Blanca	3.0	3 2	0 9		5 8	2 5	11 5
VM-23 (160-200 cm) Roja	2 8	3 1	0 9		5 1	1 9	10 1
Coraza 1 (Blanca)	1 2	4 5	1 2	3 4	2 3	1 6	8 4
Coraza 1 (Roja)	1 7	3 4	0 7	1 8	3 5	3 4	10 3
Coraza 2 (Blanca)	0 6	4 0	1 0	3 1	4 5	2 5	10 2
Coraza 2 (Roja)	1 8	3 2	0 7	1 8			

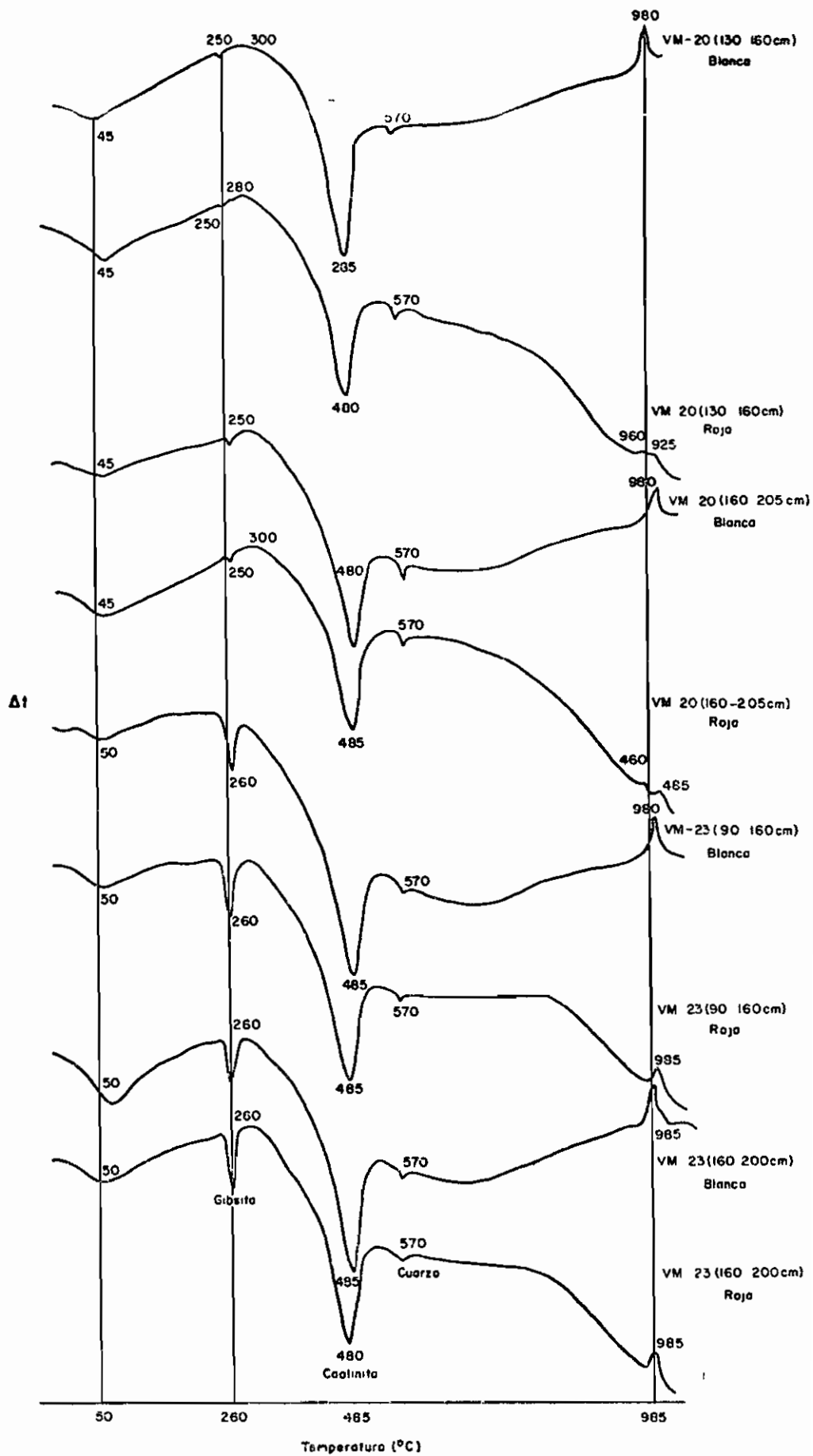
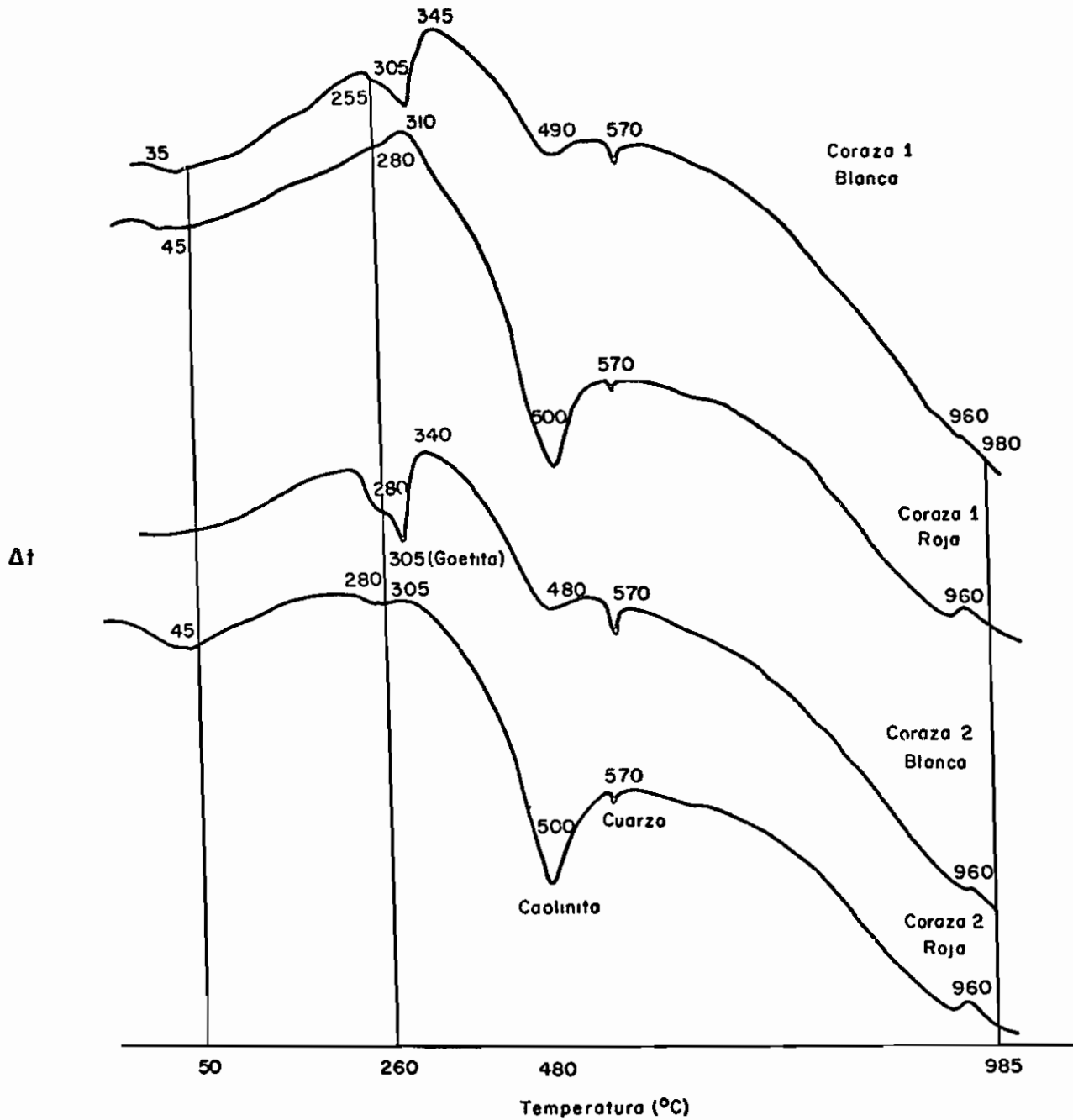


FIGURA 4 Graficas de ATD en muestras seleccionadas de los perfiles VM-20 y 23, relacionadas con fuerte hidromorfismo Zona del Terecay (Vichada)



BIBLIOTECA AGROPECUARIA
INFORMACION

FIGURA 5 Graficas de ATD en muestras de Corazas Zona del Terecay (Vichada)

que ella se toma como un indicador de corazas de "acumulación relativa".

- Los análisis de elementos totales, Tabla 3, indican un bajo porcentaje en SiO_2 (36-55%) en las corazas y mayor en las muestras de plintita (53-77%), altos contenidos de Fe_2O_3 (36-55%) en corazas y menor (8-17%) en las zonas rojizas y amarillentas de suelos (plintita) y muy baja (1%) en las zonas grisáceas, debido, en este último caso, a la eliminación del elemento en medio reductor. Los contenidos en Al_2O_3 son menores en las corazas (7 - 19%) y más constantes y altos en las muestras de suelos con plintita (16 - 25%), éstos últimos contenidos están asociados más con el alto contenido de caolinita que con el de los compuestos aluminicos en sí.
- En consecuencia, las corazas pueden clasificarse como de "concentración absoluta (Fe)", el proceso implícito en el paso de plintita a materiales peferríticos indica una acumulación de óxidos de hierro, disminución en compuestos aluminicos y contenidos relativamente bajos en SiO_2 , especialmente ligados al cuarzo.

Mineralogía

La caracterización mineralógica se efectuó en las fracciones arcilla (< 2 μ) y arena (50-250 μ), siguiendo las metodologías ya presentadas.

Fracción Arcillosa

La composición de la fracción arcillosa, según el análisis de rayos X, se consigna en la Tabla 7. El análisis de corazas y de algunas muestras seccionadas, con base en la intensidad del hidromorfismo, fue previamente comentado, la información se presenta en las Figuras 4 y 5 y en la Tabla 5. Con base en estos resultados se ha concluido que los suelos, en este aspecto, se caracterizan por

- a - Predominio de caolinita sobre los demás minerales y materiales
- b - Presencia de gibsita en algunos perfiles, ya sea en horizontes específicos o debido a fenómenos pedológicos especiales (moteados, plintita, etc). Los suelos investigados presentan este mineral con excepción del VM-1 (trazas en profundidad) y del VM-10 (ausente a más de 160 cm). En los perfiles VM-11 (Umbraquox) y VM-23 (Plinthaquox) su contenido es mayor (5-15 y 15-30%).
- c - La pirofilita se encuentra presente (trazas a 5-15%) en todas las muestras estudiadas, posiblemente su presencia se relacione con los constituyentes minerales de algunas rocas de la cordillera Oriental, es decir, constituiría un material heredado y resistente a la alteración.
- d - Los materiales relacionados con el hierro, en sus diferentes formas, se han comentado previamente al tratar su dinámica en estos suelos, asociada con el hidromorfismo. Mediante rayos X se identifica la goetita en cantidades bajas, en las muestras "completas" (sin separar o fraccionar) de hori -

TABLA 7 Mineralogía de Arcillas en muestras Seleccionadas de suelos en la zona del Terecay (Vichada Colombia)

Perfil	Horizonto	Profundidad	Composición mineralógica de las Arcillas (Rayos X)
VN-1 Naplastox	2Bovcb1	(130-160)	Caolinita ^{***} > Pirofilita Gibsita [*] > Intergrados 2:1-2:2 (tr) Goetita (tr ?)
	2Bovcb2	(160-250)	Caolinita ^{***} > Moscovita Pirofilita Gibsita 2:2 (Clorita-Fe ?) Goetita (tr ?)
	2Bovb	(250-300)	Caolinita ^{***} > Moscovita Pirofilita 2:2 [*] (Clorita-Fe ?) Gibsita (tr) Goetita (tr ?)
VN-4 Dystropept	A	(0-40)	Caolinita ^{***} > Gibsita [*] > Cuarzo Pirofilita Intergrados 2:1-2:2 Clorita-Fe (tr)
	B ₀	(50-80)	Caolinita ^{***} > Gibsita 2:2 (Clorita - Fe ?) Pirofilita [*] > Cuarzo Intergrados 2:1-2:2(tr)
	B _g	(80-130)	Caolinita ^{***} > Gibsita Pirofilita Intergrados 2 1-2:2 Gibsita [*] > Cuarzo 2:2(Clorita-Fe?)
	2C	(130-250)	Caolinita ^{***} > Goetita ^{***} > Gibsita [*] > Moscovita Cuarzo Pirofilita Intergrados 2:1-2:2 - Clorita - Fe ?) tr
VN-5 Plinthaquept	A	(0-20)	Caolinita ^{***} > Gibsita [*] > Cuarzo Pirofilita Intergrados 2:1-2:2 Clorita - Fe ? (tr)
	B _g	(20-60/70)	Caolinita ^{***} > Gibsita [*] > Cuarzo Pirofilita Intergrados 2:1-2:2 Clorita- Fe ? (tr)
	2Btgvb2	(80/90-150)	Caolinita ^{***} > Gibsita [*] > Pirofilita Intergrados 2:1-2:2 Clorita - Fe ? (tr)
	2Cgv	(160-250)	Caolinita ^{***} > Gibsita [*] > Moscovita Pirofilita, Cuarzo 2:1-2:2 Clorita - Fe ? Goetita(tr ?)
VN-10 Plinthustult	2Btoc	(65-160)	Caolinita ^{***} > Moscovita, Pirofilita, Clorita - Fe (?) [*] > Gibsita > Cuarzo Goetita (tr ?)
	3Btobl	(160-200)	Caolinita ^{***} > Moscovita ^{***} > Pirofilita Clorita - Fe (?) [*] > Cuarzo Goetita (tr)
	3Btb2	(200-260)	Caolinita ^{***} > Moscovita ^{***} > Pirofilita Clorita - Fe (?) [*] > Cuarzo Goetita (tr)
VN-11 Umbraquez	A	(0-30)	Caolinita ^{***} > Gibsita, Intergrados 2:1-2:2 > Pirofilita > Cuarzo Gibsita (tr) > Goetita(tr?)
	2Bw1	(30-60)	Caolinita ^{***} > Gibsita ^{***} > Clorita - Fe (?) [*] > Pirofilita > Cuarzo Intergrados 2:1 - 2:2 (tr) > Goetita (tr ?)
	2B _g	(60-110)	Caolinita ^{***} > Gibsita ^{***} > Clorita - Fe (?) [*] > Pirofilita > Cuarzo Intergrados 2:1-2:2 (tr) > Goetita (tr ?)
	3Bog	(110-150)	Caolinita ^{***} > Gibsita ^{***} > Clorita - Fe (?) [*] > Pirofilita, Cuarzo Intergrados 2:1 - 2:2 (tr) - Moscovita, Goetita (tr ?)
	3Bog _g	(150-200)	Caolinita ^{***} > Gibsita Clorita - Fe (?) [*] > Cuarzo Pirofilita Intergrados 2:1-2:2 > Goetita (tr ?)
	4C	(200-250)	Caolinita ^{***} > Gibsita ^{***} > Clorita - Fe (?), Pirofilita [*] > Cuarzo Intergrados 2:1-2:2 > Goetita (tr?)
VN-20 Plinthaqueult	A	(0-40)	Caolinita ^{***} > Pirofilita Intergrados 2:1-2:2, Clorita - Fe (?), Gibsita [*] > Cuarzo (tr)
	2Btg	(40-60)	Caolinita ^{***} > Pirofilita, Intergrados 2:1-2:2, Clorita - Fe (?) Gibsita [*] > Cuarzo > Moscovita(tr)
		(60-80)	Caolinita ^{***} > Pirofilita, Intergrados 2 1-2:2 Clorita - Fe (?) Gibsita [*] > Cuarzo (tr) Moscovita (tr ?)
	3Btgv2	(130-160)	Caolinita ^{***} > Pirofilita, Intergrados 2:1-2:2 Gibsita Moscovita Clorita - Fe (?), Cuarzo(tr)
	3Btgv3	(160-205)	Caolinita ^{***} > Clorita - Fe (?) [*] > Pirofilita, Gibsita [*] Intergrados 2:1-2:2, Moscovita, Cuarzo (tr)
VN-23 Plinthaqueoz	A	(0-16)	Caolinita ^{***} > Intergrados 2:1-2:2, Clorita - Fe(?) [*] Gibsita [*] > Pirofilita, Cuarzo (tr)
	Bogv1	(20/30-90)	Caolinita ^{***} > Intergrados 2:1-2:2, Clorita - Fe(?) [*] Gibsita [*] > Pirofilita, Cuarzo (tr)
	2Bogv2	(90-160)	Caolinita ^{***} > Intergrados 2:1-2:2, Clorita - Fe(?) [*] Gibsita [*] > Pirofilita, Cuarzo (tr)
	2Bogv2	(160-200)	Caolinita ^{***} > Gibsita ^{***} > Intergrados 2:1-2:2, Clorita - Fe (?) [*] > Pirofilita > Cuarzo (tr)

**** = Mayor del 50%
 *** = 30 - 50%
 ** = 15 - 30%
 * = 5 - 15%
 tr = trazas (menor de 5%)

zontes, su mayor presencia se asocia a zonas con las concentraciones ya comentadas. En estas últimas también interviene la hematita y posiblemente la lepidocrocita

- e - La muscovita no se presenta en algunos suelos (VM-11 y VM-23), en otros sólo se manifiesta como trazas, igual que en ciertos horizontes a partir de 130/160 cm (VII-1, VM-4, VM-5 y VM-20). En el perfil VM-10 su contenido es mayor pero en capas de profundidad

Este mineral posiblemente caracterice influencias aluviales marcadas, dominantes en capas profundas, siendo muy escaso en la fracción arcillosa de capas superficiales

- f - Minerales "Intergrados" 2 1-2 2, asociados a la dinámica del Al y del Fe, se presentan en muchas muestras estudiadas, variando en cantidad (trazas a 5-15%). Se han anotado como "intergrados" para designar la ocupación de espacios interlaminares con estos elementos o, en algunos casos, asociados con la aparición de picos a 7 \AA , al calentar a 550°C (cloritas -Fe ?)

En los perfiles VM-1, VM-4, VM-5 y VM-10 las cantidades son mínimas o inexistentes y en los suelos VM-20 y VM-23 aumentan hasta alcanzar, en capas de profundidad ($>150 \text{ cm}$), contenidos entre 5-15%.

Las posibles cloritas -Fe (?) alcanzan cantidades relativamente altas (15-30%) en capas de profundidad ($>150 \text{ cm}$), en los perfiles VM-20 (Plinthaquult) y VM-11 (Umbraquox)

La naturaleza detallada de estos minerales no se ha definido en el estudio. Se consideran, tentativamente, como transiciones micáceas e hidromicáceas estabilizadas por Fe y Al

- g - No se detectaron minerales tales como montmorillonita, vermiculita o halosita

- h - En síntesis, la mineralogía de esta fracción, en términos globales y con las salvedades hechas previamente, sigue la siguiente tendencia

Caolinita > gibsitita > pirofilita e intergrados 2 1 - 2 2 > muscovita (en algunos horizontes específicos de profundidad) > goetita

Debido a su importancia, en la actualidad se está estudiando la caolinita con más detalle, mediante las técnicas de microscopía electrónica, superficie específica, morfología de los picos de difracción, temperatura de las endotermas y exotermas (ATD), capacidad de intercambio, etc. Hasta el momento los resultados indican.

- Picos intensos, agudos y simétricos (rayos X)
- Endotermas y exotermas a temperaturas e intensidades que indican un desorden cristalino
- La superficie específica de la fracción arcillosa gruesa ($2-0.2 \mu$) prome

dia es de $162 \text{ m}^2/\text{g}$, comparada con el patrón (caolinita, dickita, inferior a 50μ) de $155 \text{ m}^2/\text{g}$. Esto podría tentativamente interpretarse como muy cercana al patrón de referencia, al menos en esta fracción y que no influye en reacciones de superficie (reactividad). El patrón de montmorillonita presentó una superficie de $790 \text{ m}^2/\text{g}$.

En la fracción arcillosa fina ($< 0.2 \mu$) el promedio general y no diferenciado para suelos similares, es de $81 \text{ m}^2/\text{g}$, dando para el patrón $36 \text{ m}^2/\text{g}$ y para el correspondiente a montmorillonitas $787 \text{ m}^2/\text{g}$. Hay que recordar que la fracción arcillosa fina representa solamente entre el 1 y el 4% de la fracción arcillosa total de estos suelos.

Fracción Arenosa

Los resultados (Tablas 5 y 8) se refieren a las fracciones ligera o pesada y a muestras completas o seleccionadas por color.

Como conclusiones importantes derivadas de dichos resultados se tienen

- Predominio de cuarzo en la fracción ligera, con solamente trazas de fitolitos en algunos horizontes y de feldespatos caolinizados en otros (VM-4, superficie del VM-23 y profundidades superiores a 130 cm en el VM-1).

Debe anotarse que el cuarzo, mineral que en la fracción arenosa constituye prácticamente el 100%, está ausente o como trazas en la fracción arcillosa, debido a su mayor facilidad de alteración en ella.

- En la fracción pesada predominan fundamentalmente circón, turmalina, hematita, goetita y magnetita, con cantidades muy bajas (trazas) de otros minerales (bruquita, rutilo), granos alterados, e inclusive de minerales de fácil alteración (piroxenos, anfíboles, epidota), éstos sólo en muy contados horizontes y apenas como trazas.
- En términos generales la morfología (redondez) y fenómenos de alteración pueden resumirse así
 - Predominio de formas subangulares a subredondeadas, heterométricas, la redondez aumenta en los granos de mayor tamaño (subredondeados)
 - Se manifiesta frecuentemente alteración (corrosión) tanto en bordes como en la superficie del cuarzo. Los muy pocos (trazas) feldespatos están caolinizados, en grado avanzado
 - Son muy frecuentes las manchas de hierro en las microgrietas y superficies de alteración del cuarzo

La mineralogía de los suelos investigados indica un alto grado de alteración de sus componentes, los muy resistentes al intemperismo quedan como un residuo. No obstante, las causas y procesos bien pueden ser policíclicos y estar relacionados con los climas y mecanismos de transporte de los sedimentos que han originado los suelos.

TABLA 8 Relati de l CICP cill y hum d d 15 ba Mi loji de la f a 16 a (Subf ac i lig y p d) A d l T y (Vi h d Colombi

Perfil	H izont y Prof did d (c)	CICP				A (O 2 O M), Mi loji (s)	
		A ill v	A illa v	CICP Pw(15B)	CICA Pw(15B)		
VM-1 Sapinatox	A (0-14)	13 8	40 0			Q (100) F (tr)	E (36) d (30) M (20) T (12) T zas de tro mine alas
	AB (14-27)	10 0	24 0			Q (100)	Er (70) T (12) M (8) H (6) Rutilo (2) Alta ados (2) tr
	Bol (27-64)	5 0	12 5			Q (100) F (tr)	Er (65) T (11) M (10) M (0) Rutilo (3) All dos (2) tr
	Bol2 (64-112/125)	3 5	12 0			Q (100)	Er (57) M (21) M (12) T (10) Tr zas de otro minerales
	2Bovch1 (130-160)	4 3	20 4	11 8	56 9	C (100) Pd (tr)	M (86) M (4) G (5) Z (3) Broquita (1) T (1) tr
	2Bovch2 (160-250)	9 0	15 2	25 2	42 7	Q (100) Pd (tr) Pl	M (93) Z (5) T (1) G (1) tr zas
2Bovb (250-300)	8 4	16 2	41 4	82 1	Q (100) F (tr)	M (35) Z (3) G (2) tr zas	
VM-4 Syetrosept	Al (0-7/10)	12 5	85 4	10 6	72 9	Q(97) F(3) Pd(tr)	Er(41) M(22) H(10) G(11) Grano alt ados (9) T(6) Epidota (1)
	A2 (7/10-40)	6 3	58 3	10 1	92 1		
	AB (40-48)	5 3	26 8	11 2	56 9	Q(100) F (tr) Pd(tr)	Er(47) M(23) H(11) G(10) T(7) Gr alt ados (2)
	Dc (48-70)	6 3	13 5	11 9	25 4		
	Dv (70-95/105)	10 0	17 5	29 2	51 0	Q(100) F(tr) Pd (tr)	Zr(59) H(16) M(10) G(7) T(7) Gr alte ados (1)
	Dy (95/105-115/120)	6 2	16 9	16 7	45 8		
2C (130-250)	16 0	56 0	16 7	58 3	Q(100) F(tr)	Zr(59) H(16) M(10) G(7) T(7) Gr alte ados (1)	
VM-5 Plinthossept	X (0-20)	11 0	40 0	23 4	85 1	Q(100)	M(45) Zr(25) M(15) T(10) G(5)
	Bq1 (20-35/40)	9 7	20 8	27 3	58 2	Q(100)	Zr(53) H(8) M(16) G(8) T(5) Trasa
	Bq2 (35/40-70/80)	10 0	17 8	32 7	58 2		
	2Btqvbl (70/80-95/105)	10 1	21 2	25 7	54 1	Q(100)	Er(37) M(22) H(24) T(9) G(4) Gr alt ados (4) tr
	2Btqvbl2 (95/105-160)	10 1	23 8	41 9	63 5		
	2Cqv (160-200)	15 0	23 2	29 2	45 3	Q(100)	Zr(43) M(28) H(17) T(8) G(2) Gr alt dos (2)
VM-10 Plinthostalt.	Ac (0-28)	23 3	101 7	-		Q(100)	Zr(26) M(14) H(56) T(4) Tr zas (Rutilo)
	2Bcs (28-50)	4 1	16 6	-		Q(100)	H(82) Z (14) M(4) Trzas (Rutilo T mica)
	2Btcc (50-144)	4 3	11 4	17 0	44 9	Q(100)	H(91) Z (5) G(2) T(1) Muscovita (1)
	2Btbl (144-200)	6 5	12 8	22 5	44 2	Q(100) F(tr)	H(94) G(5) Z (1) Trasa
	2Btbl2 (200-260)	8 4	12 5	27 6	40 8	Q(100)	H(97) G(2) Zr(11) Tr zas
	VM-11 Chhroqon	Al (0-14)	5 9	44 7	14 0	105 8	Q(97) F(3)
A2 (19-46)		5 9	49 2	12 3	83 6		
2Pvl (46-79)		4 6	27 6	11 5	68 5	Q(99) F(1)	Z (41) H(39) M(4) T(7) Rutil (4) G(2) Gr l arados (3)
2Bq (79-110)		3 5	16 6	14 0	64 2	Q(100) F(tr)	Z (46) H(22) M(20) T(6) G(4) Broquit (2)
2Bqy (110-152)		6 3	5 8	16 1	14 8	Q(100) F(t)	Zr(34) M(24) H(24) T(10) G(4) Rutilo(3) Piroxeno(1)
2Bcoy (152-200)		7 9	14 4	15 3	27 8	Q(100)	H(76) Zr(10) T (3) M(5) G(4) Trasa
4C (200-150)	7 2	24 3			Q(100)	H(04) Z (7) G(4) M(2) T(1) G alter dos (1)	
VM-20 Plinthosalt	A (0-3/40)	32 7	351 4	16 3	176 0	Q(100) F(t)	Z (45) H(22) H(22) T(10) Gr alt r dos (1) Tr zas
	2Bq (3/40-105)	13 9	52 6	38 9	146 8	Q(100) F(tr)	Zr(43) T(6) F(6) M(15) C it do (1) Rut l (1) G(2)
	2Btg 1 (109-131)	12 0	33 4				
	2Btg2 (131-157)	10 7	25 1	27 1	63 5	Q(100) F(tr)	H(93) H(3) Z(4) T zo (T Broquita Muscovita)
	2Btg3 (157-200)	10 3	22 3	25 2	54 6	Q(100) F(tr)	H(85) Z (8) M(3) T(2) G(1) Muscovita (1) Trasa
VM-21 Plinthosqon	A (0-16)	4 2	22 8	11 1	5 12	Q(88) F(12) Pd(tr)	H(40) Z (33) M(16) T(6) Gr alterados (2) Piroxeno(1)
	AB (16-44)	4 1	17 2	13 7	57 7	Q(90) F(2)	H(56) Zr(19) (6) Muscovita (6) Gr alt ados (3) M(4)
	Bqvl (44-102)	6 3	15 1	20 6	41 4		
	2Bqv2 (102-200x)	8 1	15 8	21 5	41 3	Q(100)	G(2) Trasa (Rutilo Anfibol)
					Q(100)	Zr(61) H(24) T(12) M(2) Piroxeno(1) Tr zas	

Q Cuarzo y (Titolitas) F F ilo patos c oli firo Er Cl con f T malina H Monstite G1 Go lita 4* Magn tita

EL ORO, ACOPIA

Micromorfología

En la Tabla 9 se presentan las características micromorfológicas más resaltantes de los suelos investigados. Las Fotografías 3 a 8 ilustran algunos de los aspectos sobresalientes de muestras de corazas, de munición de lombrices y de suelos.

Con base en las observaciones realizadas mediante el microscopio petrográfico, tanto en secciones finas como en arenas, vale la pena destacar algunas características

- a - El predominio de la fábrica Porfiroesquelética sobre las demás. Solamente en los horizontes A, Bol y Bo2 del suelo VM-1 aparece la Aglomeroplásmica y en el horizonte 2C del VM-4, la Intertéxica transicional a la Aglomeroplásmica. Esto indica que en todas las muestras tomadas, con excepción del VM-1, el plasma ocurre como una masa densa en la cual los granos esqueléticos se encuentran inmersos, simulando los fenocristales de las rocas porfíricas (Fotos 6 a 8). En el Quartzipsamentic Haplustox (VM-1) la fábrica del suelo superficial, afectada por recubrimientos arenosos, tiende a ser Aglomeroplásmica en la cual el plasma se presenta en mucha menor cantidad (hasta 24 - 28%), formando un patrón incompleto en los espacios intergranulares dejados por los granos del esqueleto.
- b - En la matriz del suelo la fábrica del plasma predominante es la Isótica, con ocurrencia de Silasépica y Voinsépica en algunos horizontes argílicos (VM-10, Plinthustult) y en transición con Isótica en los horizontes B y C del VM-4 (Dystrocept) y en el perfil VM-1 (Haplustox). Su constitución fundamental es de caolinita, óxidos de hierro y de materiales orgánicos en los horizontes superficiales.

La dominancia de plasmas isóticos se asocia con materiales opacos típicos, tales como los orgánicos y los altos en óxidos de hierro. En cambio las fábricas Asépicas están relacionadas con procesos de sedimentación, originados por orientación de sus granos en períodos húmedos. Su manifestación muchas veces se ve limitada por la presencia de materiales orgánicos u óxidos de hierro, de ahí la transición (mostrada en la Tabla 9 por interrogantes), asociada a este tipo de fábrica.

En el caso de la fábrica Voinsépica, su génesis involucra un mayor grado de orientación, explicado por los efectos de tensión implícitos en procesos de alternancia marcada de secamiento y humedecimiento (Foto 5, horizonte argílico del VM-10, Plinthustult).

La fábrica del plasma se constituye así, en una valiosa ayuda para entender los mecanismos que explican el origen y algunos procesos de evolución.

- c - Los granos del esqueleto están constituidos fundamentalmente por cuarzo en diferentes grados de alteración (corrosión superficial de sus bordes, ferruginación en superficie, microgrietas, etc). El predominio del esqueleto es fino a medio en tamaño, heterométrico en las zonas de mayor influencia eólica o en sedimentos aluviales en los cuales, no obstante, domina la fracción 50 - 250 μ (VM-11, Umbraquox, 150 - 200 cm).

VM-10
 Plinthustult
 B
 C

Horizonte Estratigráfico (cm)	Estructura del Ducto	M A T R I Z - A			Fenómenos Pedológicos
		Esqueleto	Plasma	Porosidad y Poros	
0-16)	Agloceroplásica	Heterométrica, D A ⁰⁰ y D D ⁰⁰ corroída	Isotónica (silaséptica?) 10YR 4/6	M-A Cámaras y cavidades de empacamiento compuesto	
(27-04)	Agloceroplásica (Porfiriosquelética?)	Fino - Medio D A y D R	Isotónica (silaséptica?) 10YR 5/6	M Canales y cavidades de empacamiento compuesto	Nódulos (1%) de Fe
(04-110/125)	Porfiriosquelética (Agloceroplásica?)	Fino S A	Silaséptica (isotónica?) 10YR 6 3/8	M Canales y cavidades de empacamiento compuesto	Ferranes en esqueleto Nódulos y halos de Fe (2%)
cb1 (130-160)	Porfiriosquelética	Fino S A y S R	Isotónica (silaséptica?) 10YR 7/8	A Planos y cavidades	Ferranes Nódulos porosos y halos de Fe (60%)
cb2 (160-250)	Porfiriosquelética	Fino Angular y S A	Isotónica (silaséptica?)	M Canales y cavidades Empacamiento compuesto	Ferranes en poros Nódulos y halos (20%) de Fe
cb (250-280)	Porfiriosquelética	Heterométrica (abundancia - de finos) S A	Isotónica 10YR 6/8 - 10YR 5/6	M Canales y cavidades de empacamiento compuesto	Ferriargilanes y ferranes en granos y nódulos Nódulos y halos de Fe (20-30%)
4: Dystrypept					
(0-50)	Porfiriosquelética	Muy fino S A	Isotónica 10YR 4/4	M Canales y cavidades	Halos globulares escasos y de Fe
(50-80)	Porfiriosquelética	Fino S A	Isotónica (silaséptica?) 10YR 6/6	M-A Cámaras canales y cavidades	Halos globulares (menor 5%)
(80-130)	Porfiriosquelética	Fino S A	Isotónica (silaséptica?) 10YR 4/3	M Canales y cavidades	Halos globulares (menor 5%)
(130-300)	Intertextica (Agloceroplásica?)	Fino - Medio S A y S R	Isotónica (silaséptica?) 10YR 6/8	M Canales y cavidades	Ferranes y ferriargilanes alrededor de granos. Escasos
5: Plinthaquept					
(0 - 20)	Porfiriosquelética	Fino - Medio S A y S R	Isotónica 10YR 3/2	M Canales y cavidades Empacamiento compuesto	Pedotúbulos (menor 5%)
(20-80/90)	Porfiriosquelética (Agloceroplásica?)	Fino - Medio S A y S R	Isotónica 10YR 6/8	M Canales y cavidades Empacamiento compuesto	
cb (160-220)	Porfiriosquelética	Fino a medio S A y S R	Isotónica (silaséptica?) 7 5YR 5/8	M Canales y cavidades Empacamiento compuesto	Ferriargilanes (poros y granos) Halos globulares (menor 5%)
6: Plinthatuit					
halo (3-0)	Porfiriosquelética	Fino - Medio S R	Isotónica 10YR 6/8 y 2 5YR 3/2	A Cavidades Empacamiento compuesto	Nódulos Fe Hematita redonda de goetita
(0-30)	Porfiriosquelética	Fino - Medio S R	Isotónica (var 3-0)	M Canales y cavidades	Similar a anterior (3-0)
	Porfiriosquelética	Fino - Medio S R y S A	Isotónica 7 5YR 4/4	M-A Cámaras canales y cavidades Empacamiento compuesto	Nódulos y halos globulares (menor 5%)
cb (30-60)	Porfiriosquelética	Fino a Medio S A y S R	Isotónica 7 5YR 5/6	M Canales y cavidades Empacamiento compuesto	
cb (65-160)	Porfiriosquelética	Fino S A	Silaséptica (Isotónica?)	M Canales y cavidades Empacamiento compuesto	Ferranes y Ferriargilanes en paredes y algunos poros Nódulos (5-10%) pedoretos
cb1 (160-200)	Porfiriosquelética	Fino a medio S A y S R	Veinséptica 10YR 7/6	M Cámaras canales y cavidades Empacamiento compuesto	Ferriargilanes y ferranes en poros y canales Nódulos y halos Globulares (~ 20%) pápulas y pedoretos
cb2 (200-260)	Porfiriosquelética	Fino a medio D A - S R	Veinséptica 10YR 6/4	M Canales y cavidades Empacamiento compuesto	Ferriargilanes y Ferranes en poros y algunos granos Nódulos y Halos (~15%) Pedoretos

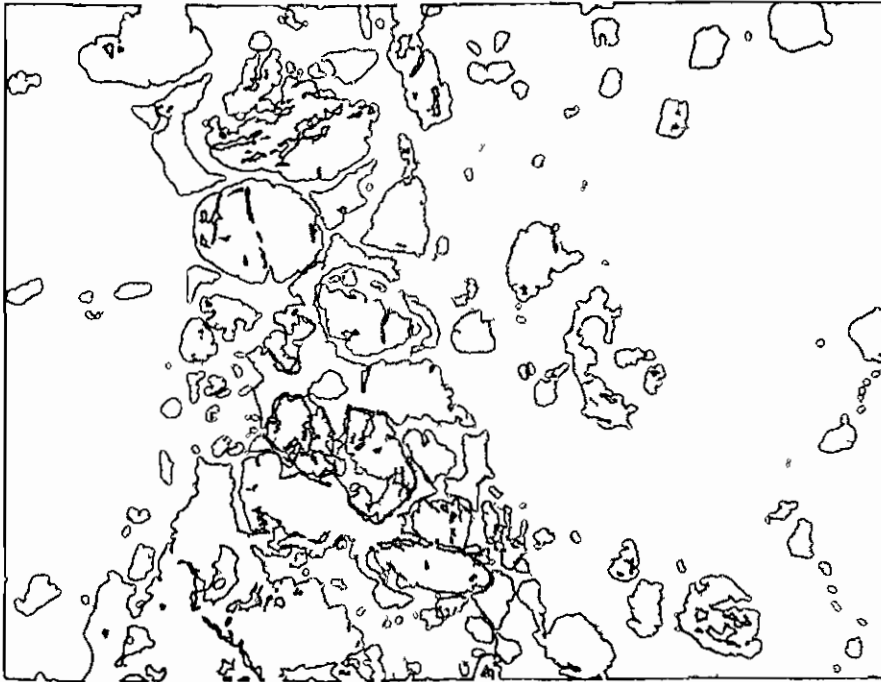
TABLA 9 Característica micromorfológicas generales (C. L. Unión)

Pfil Horizonte profundidad (m)	Fábrica del suelo	MATRIZ - S			Fórmula Petrológica
		Equilato	Plasma	Porosidad y Poro	
VM 11: Umbraquox A (0-30)	Porfiroesquelética	Fino a medio S A y S R	Isótica 7 5YR 4/4	A Cámaras canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	Agrotúbulos (menor 5%)
2Bw (30-80)	Porfiroesquelética	Heterométrico S A a S R	Isótica 10YR 4/6	A Cámaras canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	Nódulo (menor 5%)
3Bog (110-150)	Porfiroesquelética	Medio S R	Isótica 10YR 5/4	M Canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	Nódulos y halos globulares (menor 10%)
3Bog (150-200)	Porfiroesquelética	Heterométrico S A a redondeados	Isótica 10YR 6/8	B a M canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	Nódulo y halos globulares (~10%) pedregalitos
Munición (lombriz)	Porfiroesquelética	Heterométrico Variable (redondez)	Isótica 10YR 3/6 (70% de plasma)	M canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	Nódulos (menor 5%) o material formado por lombriz
VM-20: Plinthaquilt A1 (0-20)	Porfiroesquelética	Fino S A	Isótica 10YR 6/3 y 10YR 5/4 (40-60 cm)	M Cámaras canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	En 40-60 cm aparecen nódulos (menor 5%)
2Btg (60-80)	Porfiroesquelética	Fino Variable (redondez)	Isótica	M (similar a 0-20 cm)	No hay nódulos
3Btg2 (130-160)	Porfiroesquelética	Fino Variable (redondez)	Isótica 10YR 5/8	M Cavidad de empaquetamiento compuesto	Ferrugilanes y ferranes en pedregal de canales y cavidades Nódulo y halos globulares (~10%)
3Btg3 (160-205)	Porfiroesquelética	Fino a medio S A y S R	Isótica 10YR 5/4	M Canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	Ferrugilanes y ferranes en poros y algunos granos Nódulos y halo globulares (~30%)
VM-23: Plinthaquox A (0-20/30)	Porfiroesquelética	Fino S A	Isótica 10YR 3/3	A Cámaras canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	
Bogv1 (44/55-90)	Porfiroesquelética	Fino S A	Isótica (silagépica?) 10YR 4 3/6	M Canales y cavidades de empaquetamiento compuesto	Halos globulares (menor 5%)
2Bogv2 (102-200)	Porfiroesquelética	Fino S A	Isótica 10YR 6/4	M Canales y cavidades Empaquetamiento compuesto	Ferranes (poro) Nódulos y halos globulares (15-30%)
Coraza arcillosa	Porfiroesquelética	Medio S A y S R Eficiencia media granos (60%) de cuarzo	40% 10YR 2 5/2 Isótica hematítica	Muy baja Cavidades	Granos de cuarzo cementados por hematita
Coraza alveolar	Porfiroesquelética	Fino S A Eficiencia baja Granos (~0%) de cuarzo	80% 5YR 2 5/2 Hematítica	A Cavidades	Granos de cuarzo embebidos y cementados por plasma hematítico muy poroso

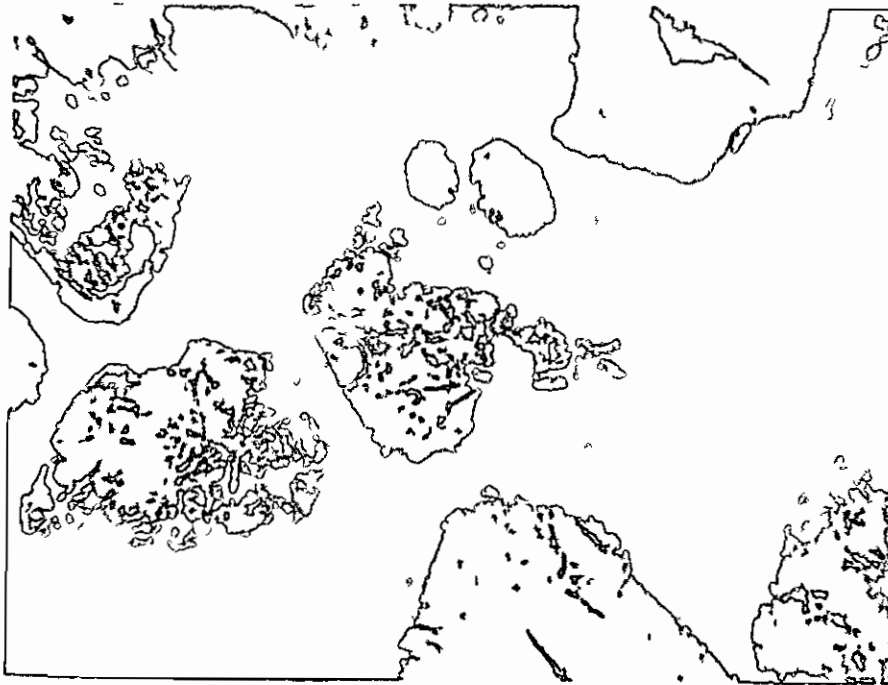
* Porosidad: M (media) A (alta)

** S A: Subangular; S R: Subredondeado

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE CALI

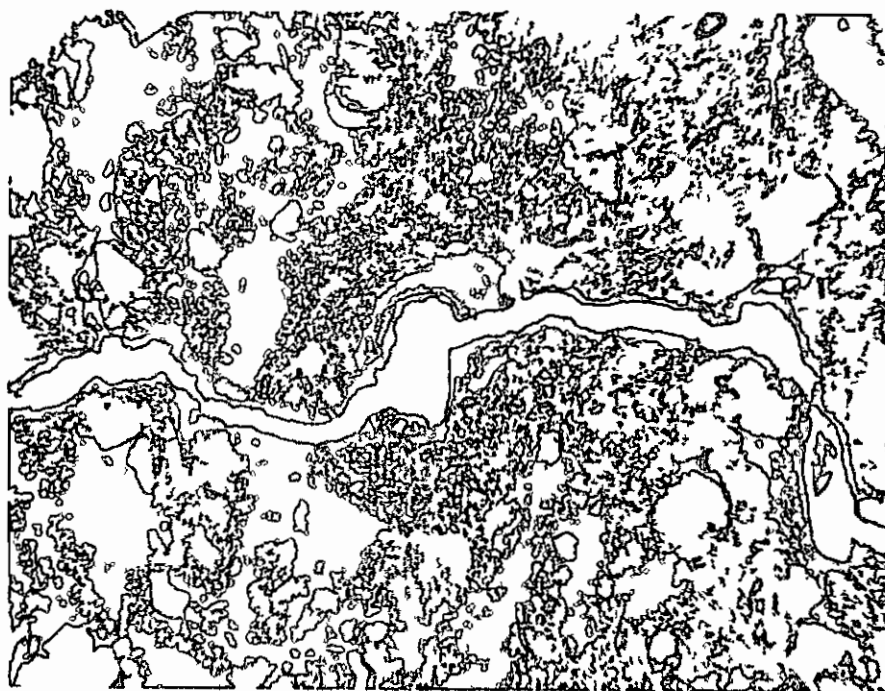


Fotografía 3 Perfil VM-10 (Plinthustult) Sección delgada de los fragmentos de materiales petroféricos en la superficie Cuarzos angulares a redondeados en canales (centro), plasma isótíco, con mayor proporción de goetita que de hematita (10x10) Nicoles paralelos

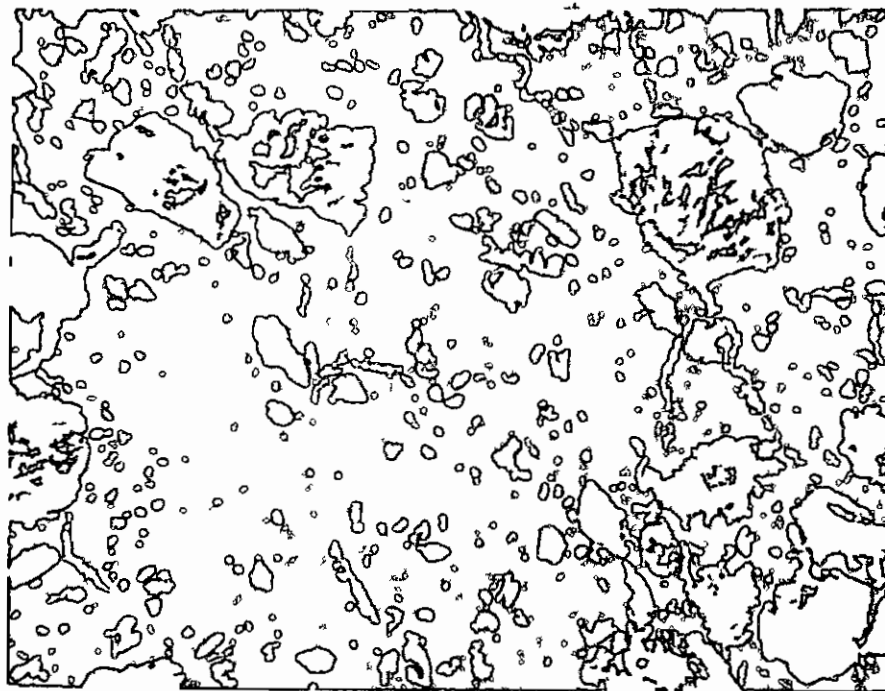


Fotografía 4 Coraza arenosa Sección delgada Cuarzos angulares y subangulares, corroídos en superficie y bordes Plasma isótíco (Fe_2O_3), rojizo (hematítico)

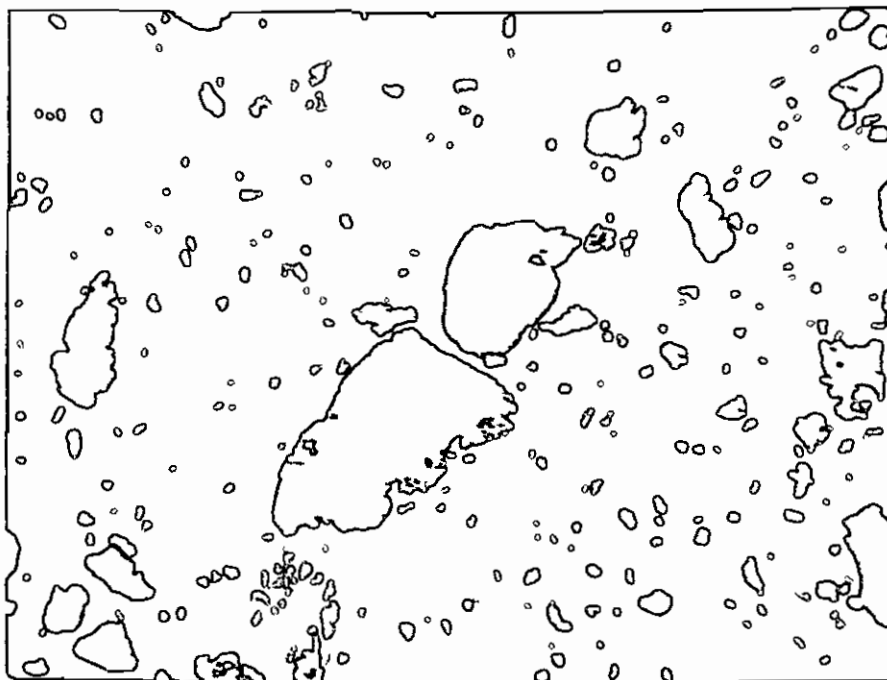
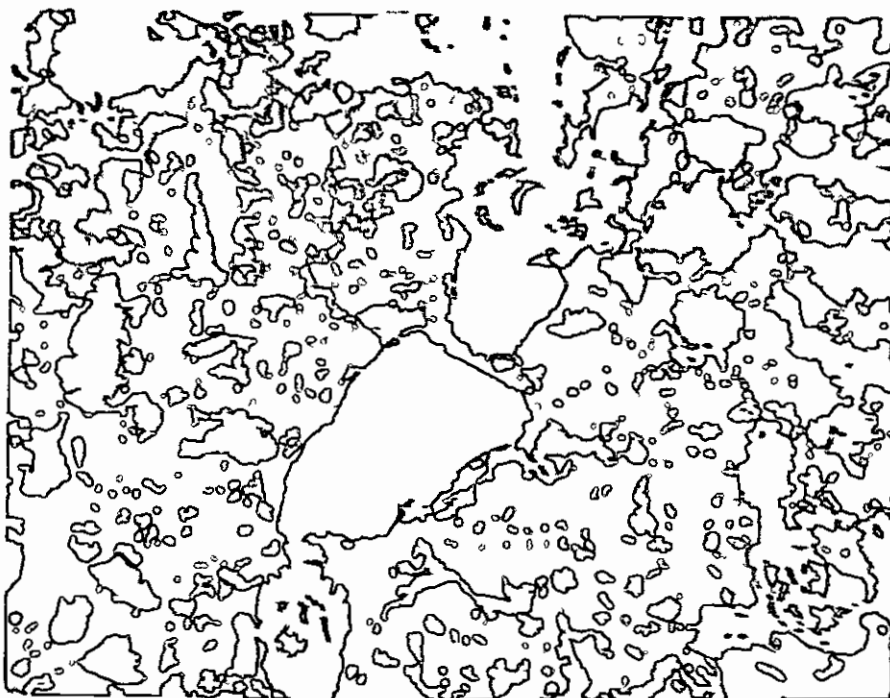
E. J. ...



Fotografía 5 Perfil VM-10 (Plinthustult) Sección delgada del horizonte 3Btobl Argilanes bien diferenciados (zonas concéntricas en el centro de la foto) Porosidad mediana (canales) Plasma Voinsépico Ferranes comunes y concentraciones difusas de hierro (cuadrante SW) (10x10) Nícoles paralelos



Fotografía 6 Munición de lombriz de tierra sobre la superficie del VM-11 (Um braquox) Fábrica porfiroesquelética Granos de cuarzo angulares a subredondeados, corroídos en bordes y superficies Porosidad a base de microcanales abundantes Plasma isóxico (4x10) Nícoles paralelos



Fotografías 7 y 8. Perfil VH-11 (Uchraquoz), horizonte A. Fábrica porfiróes-
 qualítica. Granos de cuarzo alterados (corroídos en bordes y superficies) .
 Plasma isotico en microagregados redondeados (NW) .
 Porosidad a base de cámaras (N) (orto y meta) y canales (E) . (4x10) . Nicules
 paralelos (Foto 7) y cruzados (Foto 8) .

- d - Los poros del suelo, en su inmensa mayoría son de empaquetamiento compuesto y están clasificados como cámaras, canales (Fotos 7 y 8) y cavidades. No se identificaron, en cantidad significativa, ni planos ni vesículas.

Los principales procesos formativos de los poros están asociados con la actividad biológica animal (fauna) y vegetal (raíces de plantas). Parece que los mecanismos de expansión - contracción que, como se comentó al tratar la fábrica Voinsépica, pueden causar orientación de constituyentes, no obran con suficiente magnitud para generar planos.

- e - Los fenómenos Pedológicos encontrados son los nódulos de hierro, halos globulares (Fe), ferranes, ferriargilanes, agro y pedotúbulos. Su formación y constitución están acordes con, y reafirman, los procesos que han influido en la génesis de estos suelos: dinámica del hierro, acción biológica y, en algunos casos, translocaciones arcillosas.

CENESIS Y TAXONOMIA DE LOS SUELOS

Los fundamentos analíticos y morfológicos de los perfiles investigados han sido presentados y discutidos previamente en detalle y temáticamente. En el presente capítulo se analizan los aspectos relacionados con la Génesis y Taxonomía de los Suelos.

Aspectos Genéticos

La génesis de suelos sintetiza la influencia del medio externo al actuar sobre un material basal, dejando en los horizontes que integran el suelo la evidencia tangible de los procesos formadores del mismo.

Con base en este planteamiento se han resumido en las Figuras 6 y 7 los principales aspectos genéticos relacionados con suelos de las partes alta y baja, respectivamente.

A continuación se presentan algunos comentarios sobre los diversos factores.

- a - Los materiales basales y parentales de los suelos investigados se caracterizan por un alto grado de constituyentes minerales resistentes al proceso de alteración, posiblemente relacionados con varios ciclos de alteración, transporte y depositación. La ausencia casi total de minerales fácilmente alterables repercute en la fertilidad, actual y potencial, aporte de elementos al medio y, en cierta forma, genera inercia pedológica.

En consecuencia es mayor la importancia de los materiales orgánicos como fuente de elementos y por su influencia en la dinámica genética de los pri

Perfil VM 1 (Quartzipsammentic Haplustox, franco grueso silíceo, isohipertermico)

(Typic Haplustox franco grueso coalinitico, isohipertermico)

Orinoquia bien drenada - Altillanura Plano ligeramente ondulada 5°32'12" N 68°40'33" W (145 m s n m)

Clima Aw (3009 mm El Tapon) ~ 28°C

Udico isohipertermico

Sabana de Trachypogon ligularis, Nees, con Mullacido (AF > AH)

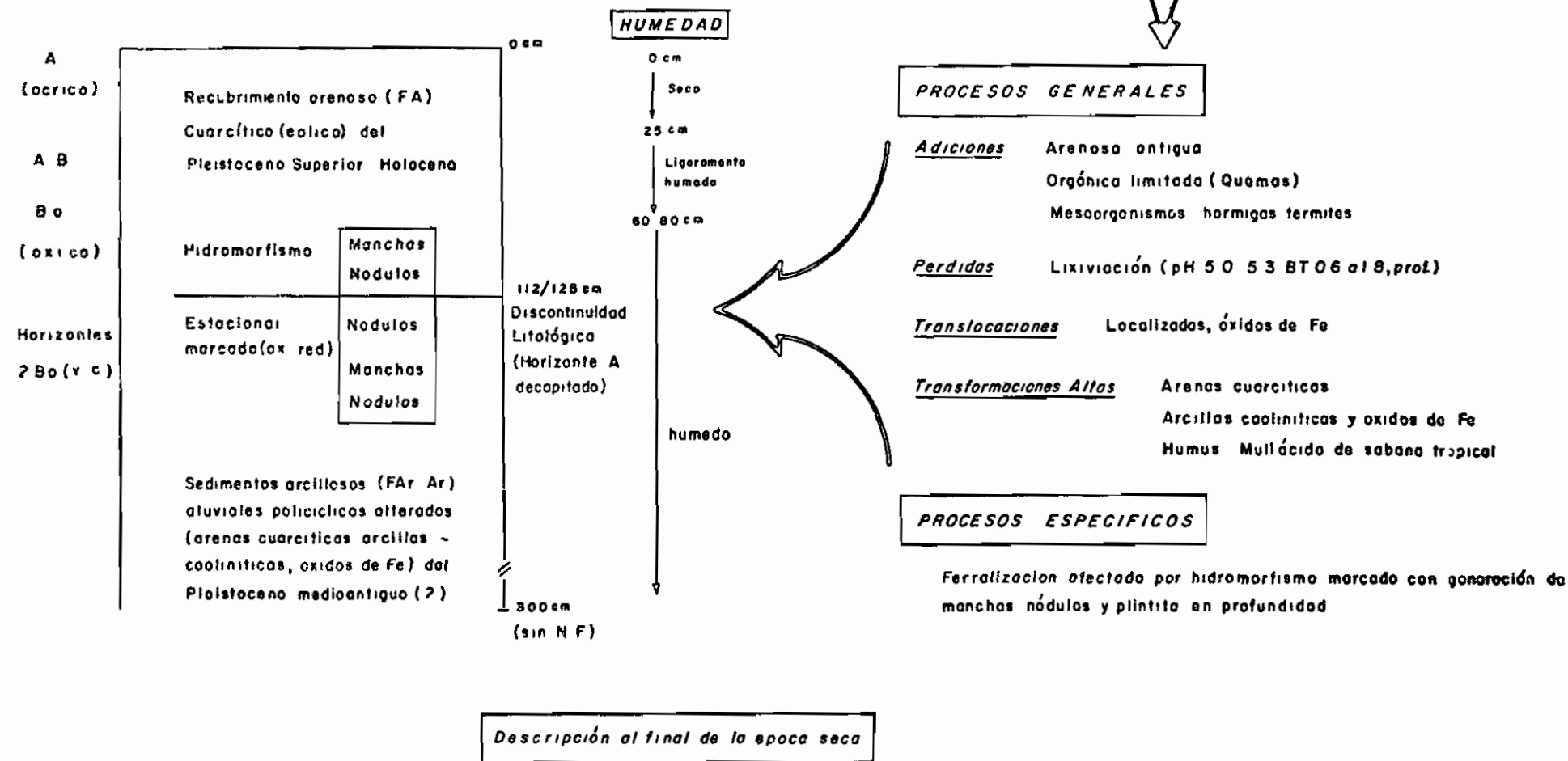


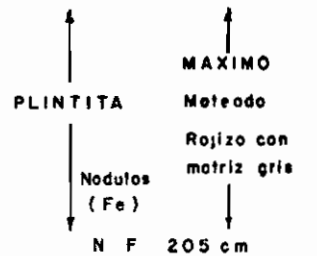
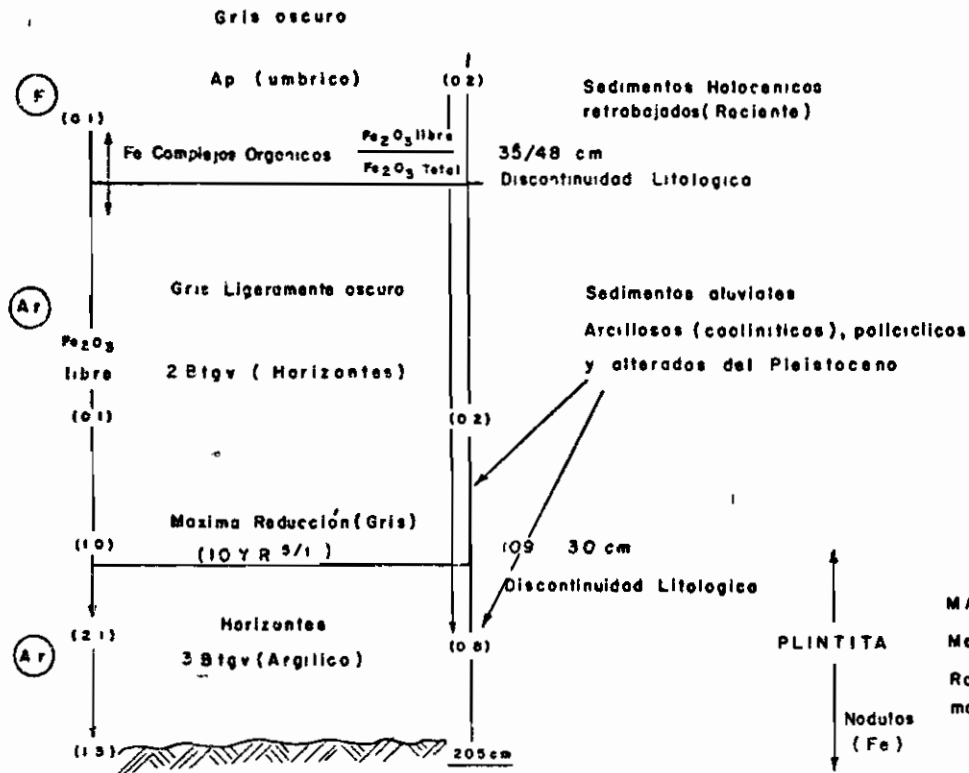
FIGURA 3 Síntesis de la Génesis de suelos en posiciones altas del área de baja disección en la Altillanura (Terocay, Vichada, Colombia)

Perfil VM 20 Typic Plinthaquilt franco grueso/arcilloso, siliceo isohpértmico

Orinoquia bien drenada Altillanura Bajos plano concavos con escarpeos Lombrizal (Zural) 5° 32'N 68° 40'W 115 m s.n.m.

Clima Aw1 (3009 mm El Tapón) ~ 28°C Acuico, isohpértmico

Sabana con Moriche platanillo yarumo, lecre Hidromull ácido de sabana tropical (AH > AF) con fuerte actividad de lombriz y C/N de 12



(Final de Estacion humeda)

FACTORES

PROCESOS GENERALES

- Adiciones:** Pedoturbación faunística (lombriz) Materiales orgánicos (C O 5% en 38 cm)
- Perdidas:** Lixiviación (pH 5.1 5.3 BT < 0.3 me)
- Translocaciones:** Arcillosas en profundidad > 130 cm de Fe en todo el perfil (óxidos libres)
- Transformaciones:** Hidromull, Afenos cuarzo, Arcillas caolinita >> Intergrados, profilita y gibsita

PROCESOS ESPECIFICOS

Gleización afectada por pedoturbación, lixiviación arcillosa y formación de plintita en profundidad

FIGURA 7 Síntesis de la Génesis de los suelos en posiciones bajas de la Altillanura (Zona del Toracay, Vichada, Colombia)

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD

meros centímetros (posiciones altas) o decímetros (posiciones bajas) del suelo donde ella es dominante

- b - El clima adquiere gran importancia como factor formador del suelo, debido a la intensidad de la precipitación (> 2500 mm) temperaturas altas (promedio aproximado de 28°C) y estacionalidad marcada. Esto permite explicar varios procesos y mecanismos evolutivos, entre los que sobresalen los siguientes
- Lixiviación de elementos, tales como Ca, Mg, K y Na. Al nivel geoquímico afecta la movilización preferencial del Si sobre Al y Fe, esto a su vez, influye sobre la síntesis de arcillas y de minerales de Fe y Al
 - Hidromorfismo acentuado, estacional (de gran importancia al actuar sobre materiales de diferente granulometría), asociado, a su vez, con discontinuidades litológicas (Figura 8). Este fenómeno afecta el proceso polimerizante de los compuestos húmicos del suelo
 - Influencia sobre la mesofauna del suelo, ya que afecta su ciclo de vida, dinámica y población
 - Efecto sobre la vegetación climax en el área
- c - La vegetación dominante (Sabana Tropical) influye sobre la dinámica evolutiva del suelo a partir del tipo de humus formado (Mull ácido e Hidromull ácido, de Sabana Tropical, para las partes altas y bajas respectivamente)

Este factor es de gran importancia debido a

- Su intervención en el ciclo biogeoquímico
- La composición dominante asociada con su capacidad de mineralización, humificación y con los componentes húmicos que fomenta, junto con la mesofauna. En las zonas bajas la estacionalidad y la acción de la lombriz de tierra definen una mayor proporción de ácidos húmicos a fúlvicos y una influencia marcada sobre la cantidad y tipo de humina presente
- Los procesos que ayudan a definir la movilización de sustancias, acidólisis en superficie, grado de cementación de agregados y su estabilidad resultante
- En estos suelos caracterizados por su baja fertilidad y ubicación en climas (Aw_1), de alta pluviosidad y estacionalidad, la inmensa proporción de nutrientes ($> 90\%$) se encuentra en la biomasa vegetal. En consecuencia, su estudio e influencia sobre la potencialidad de utilización de los suelos, constituyen temas de fundamental importancia en estos ecosistemas

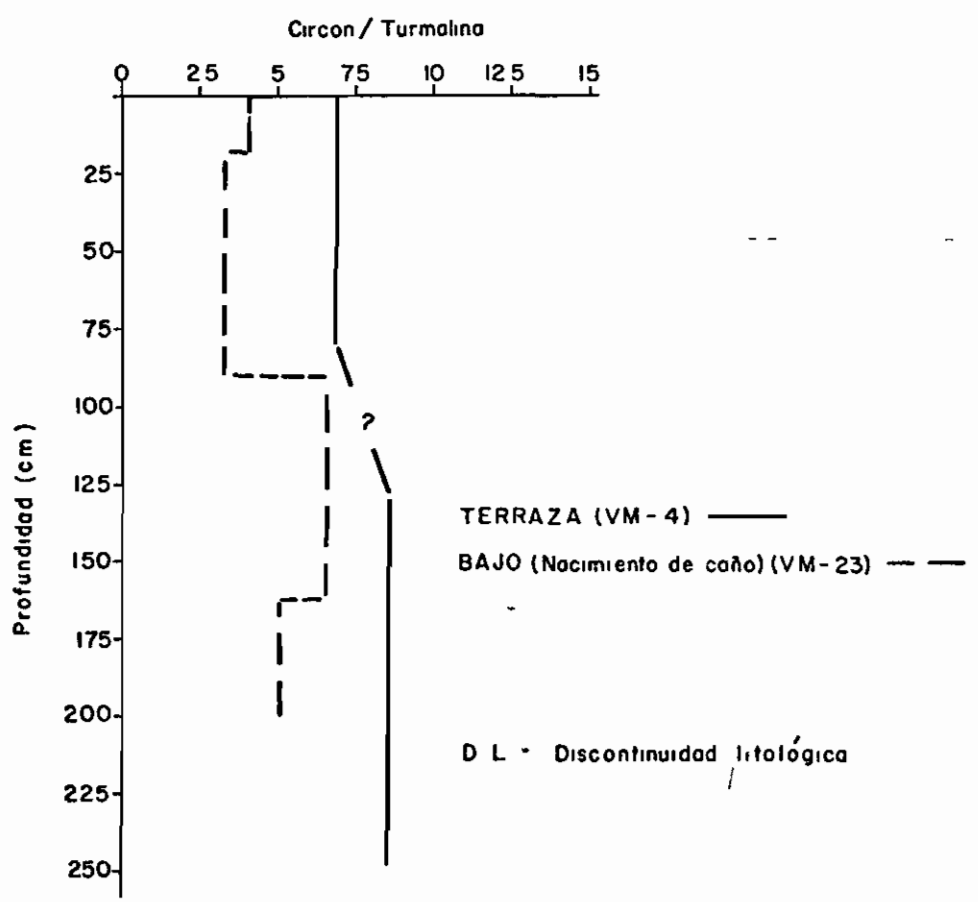
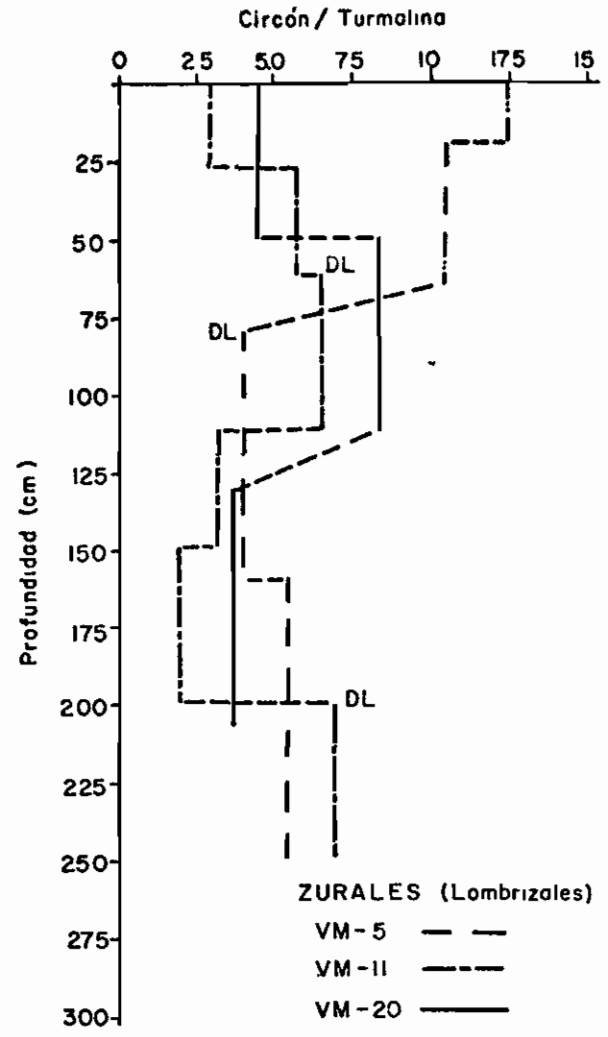
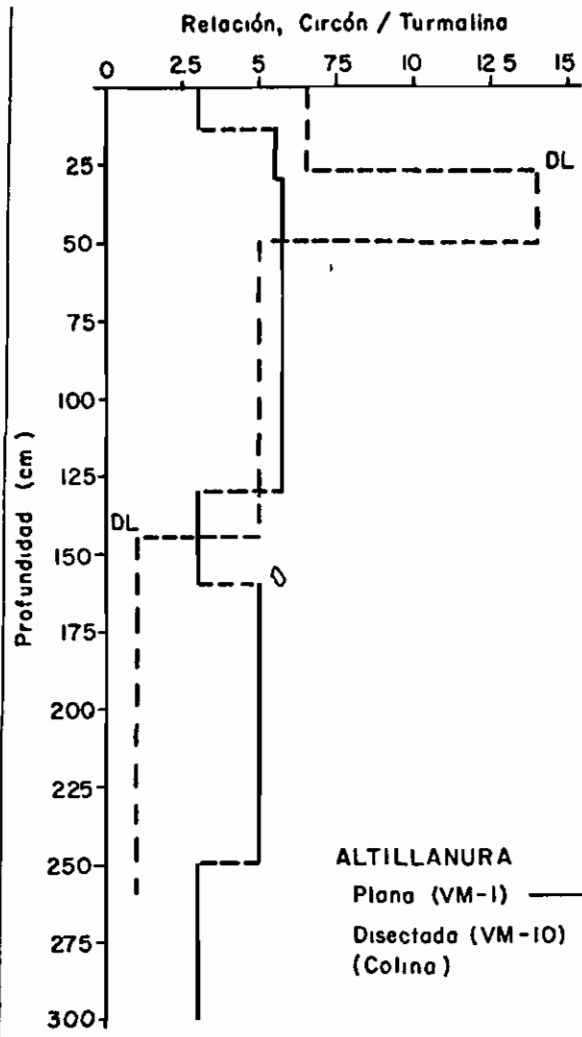


FIGURA 8 Relación Circón Turmalina en los suelos estudiados, agrupados por posiciones geo-felógicas

Los factores comentados, generan una serie de procesos formativos y explicativos de la evolución de los suelos, entre los cuales vale la pena destacar los siguientes

- a - Adiciones de materiales minerales de origen eólico y predominio de fracciones gruesas en su granulometría, en las zonas más altas de la Altillanura. La constitución mineralógica de estos materiales es a base de cuarzo, con muy poco contenido de otros minerales

Cuando en estas zonas el proceso de disección avanza y se acentúa, estos materiales pierden importancia y la adquieren aquellos de las capas inferiores, con predominio de fracciones arcillo-limosas

Adiciones de materiales orgánicos en menor extensión y localizados de preferencia hacia las partes bajas. No obstante, su naturaleza está más relacionada con fenómenos hidromórficos que favorecen su acumulación, con la acción biológica y con los periodos estacionales mencionados, que con adiciones como tales

Un mecanismo de gran importancia, especialmente en las zonas bajas, es el de la pedoturbación faunística, asociada con la lombriz de tierra. En las zonas altas esta acción la ejercen las hormigas y termites, fundamentalmente

- b - Los procesos de pérdidas están claramente definidos en dos subprocesos

- Lixiviación de Ca, Mg, K, Na, gran parte de algunos elementos menores y de Si en alguna proporción

- Disección de la Altillanura

- c - Las translocaciones que se efectúan pueden diferenciarse en dos grupos

Translocaciones de arcillas, evidentes en los horizontes de profundidad de los Plinthustults, Plinthaquults y Plinthaquepts y que representan discontinuidades litológicas. Con base en esta evidencia se postula que posiblemente hayan ocurrido en épocas pasadas bajo otras condiciones

Translocaciones de hierro. En este caso los ferranes y ferriargilanes evidencian una dinámica del hierro, en algunos casos simultánea y en otros sobrepuesta a la de la arcilla

La dinámica del Fe es especialmente importante en los suelos estudiados. En ellos la presencia de discontinuidades litológicas, asociadas a capas de texturas gruesas sobre otras de texturas finas, determina la creación de niveles frías fluctuantes, los cuales definen procesos localizados de solubilización-insolubilización del elemento

El estudio de las diferentes formas de hierro indica

- Cambios notables en su contenido, de acuerdo con el predominio de condiciones de oxidación (valores altos) o reducción (valores bajos)
 - Secuencia de la dinámica del elemento, expresada por pérdidas de Fe del horizonte o concentraciones que se manifiestan en manchas, nódulos, plinita y materiales petroféricos
 - La relación de óxidos libres de hierro a óxidos totales del elemento se incrementa con la profundidad, especialmente en las zonas bajas de mayor hidromorfismo, alcanzando valores entre 0.7 y 0.9 en perfiles que, por su baja evolución o procesos de erosión, no evidencian la dinámica climática del elemento. En otras palabras, esta relación se asocia al grado evolutivo del suelo especialmente en cuanto hace referencia a su estado de alteración por hidromorfismo de profundidad
 - Las formas de hierro libre son mucho mayores que las correspondientes a aquellas extraídas por el pirofosfato de sodio. Este fenómeno es más notorio a medida que aumenta la profundidad, lo cual parece indicar que la influencia de los materiales orgánicos y la dinámica que éstos desencadenan, solamente se limita a los horizontes superficiales
 - En profundidad predominan los constituyentes libres, amorfos y cristalinos de hierro, no orgánicos, los cuales se explican por la dinámica del elemento en medios ácidos y por la alternancia de condiciones de oxidación-reducción
 - El aluminio soluble en pirofosfato es mayor en profundidad que el correspondiente al hierro, excepto en el suelo VM-11. Los valores son en general bajos. Parece que la contribución de compuestos amorfos y mal cristalizados de este elemento en su dinámica, es importante a juzgar por el Al activo y por los valores del pH en FNa, especialmente en algunos perfiles y horizontes
 - La acción de la lombriz de tierra sobre la relación de los óxidos de Fe y Al a formas "orgánicas" de estos elementos, es notoria y especialmente importante en las zonas bajas (lombrizales), su acción disminuye los valores de la relación de estos elementos extraídos por ditionito-citrato a los extraídos con el pirofosfato de sodio
 - En las formaciones petroféricas la relación Al/Fe, en sus formas totales, alcanza valores inferiores si se compara con las relaciones presentes en el suelo
- d - Transformaciones. Como se comentó previamente, el grado de transformación es alto para los materiales a partir de los cuales evolucionan los suelos. Esto implica que los procesos formativos que actúan sobre los minerales resistentes al intemperismo, dan por resultado transformaciones débiles (inercia pedológica) en el sustrato inorgánico y, en consecuencia, conceden preeminencia a la fase orgánica de los suelos

La mineralogía de estos suelos indica dominancia del cuarzo en la fracción arenosa y de la caolinita en la arcillosa. Los mecanismos del proceso determinan que el cuarzo haya desaparecido en la fracción arcillosa y se concentre en la arenosa, aportando silicio lenta pero constantemente, este

elemento es útil para la síntesis de las arcillas caoliníticas. Elementos como el hierro, el aluminio se acumulan progresivamente enriqueciendo con sus minerales la dinámica propia de estos suelos. La presencia y dominancia de corazas férricas indican un grado avanzado de alteración.

La transformación de los materiales orgánicos ha determinado la presencia dominante de un tipo de humus, (Mull o Hidromull ácido de Sabana Tropical) el cual implica un grado relativamente alto de polimerización de sus componentes, influidos por las condiciones alternantes del clima en la zona, por la dinámica de la mesobiología y por la presencia de elementos que, como el aluminio y el hierro, intervienen en dichos fenómenos.

Los procesos específicos fundamentales y dominantes en la zona investigada son

- Zonas altas y medias de la Altillanura (Figura 6) Ferralización a la etapa caolinítica, afectada por hidromorfismo estacional marcado que genera manchas, nódulos y plintita en profundidad. La disección y procesos erosivos asociados producen la aparición de materiales petroférricos.
- Zonas bajas de la Altillanura (Figura 7) Gleización afectada e influida por pedoturbación faunística, aluviación arcillosa y formación de plintita en profundidad.

Los procesos específicos deben enmarcarse en una dimensión temporal donde se manifiestan cambios climáticos, evidencias paleoambientales y depositaciones, aspectos que definen el ámbito físico donde se ubican los suelos estudiados.

Aspectos Taxonómicos

Los suelos estudiados se han clasificado como

- VM-1 Quartzipsarmentic Paplustox, franco grueso, silíceo, isohipertérmico
Según la propuesta de ICOMOX (julio/85) Typic Haplustox, franco grueso, caolinítico, isohipertérmico
- VM-10 Ultic Haplustox, esquelético arcilloso/arcilloso, caolinítico
Plinthustult, arcilloso fino, caolinítico, isohipertérmico
- VM-5 Plinthic Tropaquult, franco fino, caolinítico
Plinthaquet, franco grueso/franco fino, silíceo, isohipertérmico
- VM-4 Typic Dystropept, franco fino, silíceo
Aquic Dystropept, franco fino, silíceo, isohipertérmico
- VM-20 Plinthic Tropaquult, arcilloso fino, caolinítico
Typic Plinthaquult, franco grueso/arcilloso, silíceo, isohipertérmico
- VM-11 Tropeptic Umbriorthox, franco fino, silíceo
Plinthic Umbraquox, franco fino, silíceo, isohipertérmico
Según la propuesta de ICOMOX (julio/86) Typic Plinthaquox franco fi

no, caolinítico, isohipertérmico

VM-23 Typic Ochraquox, arcilloso, fino, caolinítico
 Typic Plinthaquox, arcilloso fino, caolinítico, isohipertérmico Según
 ICOMOX (1985) Ochreptic Plinthaquox, arcilloso fino, caolinítico,
 isohipertérmico

En la taxonomía de los Oxisoles se han incluido las modificaciones
 propuestas por el Comité Internacional de Oxisoles (ICOMOX, 1985), tabla 8

Algunos comentarios relacionados con la taxonomía de los Suelos investigados

- a - Los epipedones dominantes en las zonas altas son los ócricos y en las bajas los úmbricos, en estos últimos hay gran incidencia de la actividad de la lombriz de tierra. En muchos casos los suelos de las partes bajas están afectados por hidromorfismo, sin embargo el sistema taxonómico no toma en cuenta el número de días (meses) que afecta al horizonte.
- b - El material sedimentario pleistocénico, en muchos casos holocénico, que dió origen a los horizontes diagnósticos subsuperficiales, debido a su carácter policíclico, al grado de alteración y al espesor, constituye de por sí un sustrato muy cercano al concepto de horizonte óxico. Por esta razón más que la cinética genética "in situ", son su naturaleza y características las que lo definen como tal, ya que la modificación debida a procesos formativos es muy poca.
- c - Si bien algunos de los criterios propuestos por ICOMOX (1985) para la taxonomía de los Oxisoles tienen un fundamento pragmático, no lo tienen desde el punto de vista genético. En efecto, al limitar ICOMOX la presencia del horizonte óxico al metro superficial, en las condiciones intertropicales de meteorización intensa, disminuye los criterios que deben regir las relaciones genético-taxonómicas.
- d - Al analizar las relaciones de las capacidades de intercambio con los porcentajes de arcilla o de humedad a 15 bares (Tabla 8), exigidas para definir horizontes óxicos, los criterios postulados se cumplen en muchos casos, exceptuando la relación de la CIC (Acetato de amonio) con la humedad a 15 bares. En este caso los valores son mayores, en varias oportunidades, a los estipulados.
- e - El límite propuesto de 25 me/100 g de suelo, para establecer la relación entre el conteo de granos, su composición mineralógica y los valores totales elementales, se cumple en la mayoría de los casos. No obstante, el autor cree que, aún como requisito alternativo, este procedimiento es demasiado complejo.

BIBLIOCRAFIA

- BASCOM 1968 Soil Survey Investigation Report No 1 1972 Soil Survey Lab
Methods and Procedures for Collecting Soil Samples Soil Cons Serv
Washington D C pp 32 y 37
- BECERRA, S P de 1985 Comportamiento de la Materia Orgánica bajo diferentes
usos en suelos de la Orinoquia Colombiana Segundo Informe de Avance In
vestigaciones sobre la Caracterización y Manejo del Recurso Tierra Proyec
to de Investigación en la Orinoquia IGAC Subdirección Agrológica P 43
- BLAKEMORE, L C 1978 Exchange Complex Dominated by Amorphous Material Soil
Bureau Depart of Scient and Ind Research (mim)
- _____ 1983 ICOMAND Internat Commut on the Clasification of Andisols
Circular letter No 5
- BREWER, B 1964 Fabric and Mineral Analysis of Soils New York, Ed John
Willey 470 p
- CADY, C J 1965 Petrographic Microscope Techniques In Methods of Soil Ana
lysis Part 1 Amer Soc Agron pp 604-631
- CORREA A 1984 Efectos de las quemas sobre algunas propiedades de los suelos
y sobre la producción de pastos Proyecto de Investigación en la Orino
quia IGAC Subdirección Agrológica Bogotá 11 p
- _____ 1985 Efecto de las quemas sobre algunas propiedades del suelo y la
producción de forraje En Caracterización y Manejo del Recurso Tierra
Arauca, Cravo Norte, Marandúa Segundo Informe Parcial IGAC Subdirección
Agrológica Bogotá pp 19-42
- CHAMORRO B C , AMAT, G , CASTILLO, E , SOTO, L 1984 Caracterización Bioló
gica de los Suelos de la Región de Marandúa (Vichada) IGAC Univ Nal
34 p
- _____ 1985 Entomofauna asociada a los suelos de zurales del Vichada
En Proyecto de Investigación en la Orinoquia Arauca Cravo Norte Maran
dúa Segundo Informe Parcial IGAC Subdirección Agrológica Bogotá
pp 52-68
- FIELDER M and PERROFF 1966 Soil Survey Investigation Report No 1 1972
Soil Survey Lab Meth and Proced for Collecting Soil Samples Soil
Conserv Service Washington, D C 60 p
- FOLSTER, H , KALK, E and MOSHREFI, N 1971 Complex Pedogenesis of Ferrali
tic Savanna Soils in South Sudan Geoderma 6 pp 135-149
- GOOSEN, P 1971 Physiography and Soils of the Llanos Orientales, Colombia
Amsterdam Inst for Aerial Surve, and Earth Sci ITC Publ Serv B
No 64 198 p

- HOLMGREN 1967 Soil Survey Invest Report No 1 1972 Soil Survey Lab
Methods and Procedures for Collecting Soil Samples Soil Conserv Serv
Washington D C pp 31 y 38
- HURTADO, G, M 1985 Diagnóstico Agroclimático del Area de Marandúa HIMAT
Proyecto Marandúa Investigación para la Orinoquia
- ICOMAND 1984 International Comittel on the Classification of Andisols
(ICOMAND) Circular letter No 7 29 october, 1984 p 4
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI 1979 Métodos Analíticos del Laborato-
rio de Suelos 4a ed Bogotá Subdirección Agrológica 664 p
- _____ 1983 Estudio General de Suelos de la Comisaría del Vichada Bogotá
Subdirección Agrológica 468 p
- _____ 1984 Investigaciones sobre la Caracterización y Manejo del Recur-
so Tierra Arauca, Cravo Norte y Marandúa Segunda Expedición Botánica
Proyecto de Investigación en la Orinoquia Primer Informe Parcial (agos-
to, 1984) Bogotá Subdirección Agrológica
- _____ 1985a Investigaciones sobre la Caracterización y Marejo del Recur-
so Tierra Arauca, Cravo Norte y Marandúa Segunda Expedición Botánica
Proyecto de Investigación en la Orinoquia Segundo Informe Parcial (mar-
zo, 1985) Bogotá Subdirección Agrológica 68 p
- _____ 1985b Estudio Semidetallado de Suelos del Proyecto Marandúa (V_i
chada) Bogotá Subdirección Agrológica (En prensa)
- ICOMOX 1985 Circular Letter No 4
- _____ Circular Letter No 5
- JEANROY, E , GUILLET, B et ORTIZ, R 1984 Applications Pédogeretiques de
l'étude des formes du fer par les réactifs d'extractions cas des sols
brunifiés et pozolizés sur roches cristallines Science du Sol No 3
pp 199-211
- JOIN, PH L 1985 Cronosecuencias Morfogenéticas en los Llanos de la Orino-
quia Colombiana durante el Cuaternario Bogotá Sexto Congreso Latinoame-
ricano de Geología 16 p (mim)
- JONGERIUS, A and HEINTZBERGER, G 1983 The Preparation of Mammoth-sized thin
sections Soil Survey, Papers No 1 The Soil Survey Institute Wagenin-
gen The Netherlands p 37
- KERR, P K 1959 Optical Mineralogy 3 ed Mac Graw Hill 442 p
- KITTRICK, A J and HOPE, E W 1963 A procedure for the Particle size Separa-
tion of Soils for X-Ray Diffraction Analysis Soil Sci 96 (3)
- MALAGON, C D y OCHOA, G 1980 Caracterización Mineralógica, Macromorfología
ca y de Génesis de Suelos en las Planicies Cuaternarias de la Región Sur

de San Fernando de Apure, Edo de Apure, Venezuela CIDIAT Serie Suelos y
Clima No SC-37 Mérida, Venezuela

- MEHRA O P and JACKSON, M L 1960 Soil Survey Invest Report No 1 1972
Soil Survey Lab Methods and Procedures for Collecting Soil Samples Soil
Conserv Serv Washington D C p 31
- MC KEAQUE, J A , GUERTIN R F ; PAGE, F and VALENTINE, W G 1978 Can J
Soil Sci 58 pp 179-186
- MC NEIL, M 1964 Lateritic Soils Scient Amer 211 pp 96-102
- PEECH et al 1947 Soil Survey Invest Report No 1 1972 Soil Survey
Lab Methods and Procedures for Collecting Soil Samples Soil Conserv
Serv Washington D C 38 p
- PINZON, A 1984 Evaluación y Acción de la Mesofauna del Suelo en Vichada y
Arauca Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi Subdirección Agro-
lógica (En prensa)
- _____ 1985 Propiedades Físicas de la Mesofauna de los Suelos de Vichada
y Arauca Segundo Informe de Avance Características y Manejo del Recur-
so Tierra. Arauca, Cravo Norte, Marandúa Bogotá, Instituto Geográfico
Agustín Codazzi Subdirección Agrológica pp 45-51
- RODRIGUEZ, C 1985 Oscilación del Nivel Freático en las Regiones de Arauca
y Marandúa, durante el segundo semestre de 1984 En Caracterización y Ma-
nejo del Recurso Tierra Arauca, Cravo Norte y Marandúa Segundo Informe
Parcial Proyecto de Investigación en la Orinoquia Bogotá, Instituto
Geográfico Agustín Codazzi Subdirección Agrológica Marzo, 1985 68 p
- SEGALEN, P J et BRIOX C 1983 Pedochimie 4 p. La Dynamique des Princi-
paux Elements et Constituents dans les Sols III Le Fer, Le manganese,
Le Soufre, L'Azote, Les Elements Mineurs Paris ORSTOM
- SMSS 1983 Keys to Soil Taxonomy Soil Management Support Service Tech
Monograph No 6 USDA AID 244 p
- TORRES, L 1980 Génesis de los Suelos del Vichada Bogotá, Instituto Geogr-
fico Agustín Codazzi Subdirección Agrológica pp 1-35

MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI
 SUBDIRECCION AGROLOGICA

ANEXOS

DESCRIPCION DE PERFILES

Perfil MARANDUA (VM-1)

Taxonomía franca gruesa silícea Quartzipsammentic Haplustox (original)
 franca gruesa silícea Isohipertérmica Quartzipsammentic Haplustox
 (actual)
 franca gruesa, caolinítica, Isohipertérmica, Typic Haplustox (propuesta ICOWOX, 1985)

Unidad cartográfica consociación MARANDUA (MR)

Descrito por Gonzalo Cetina, Daniel Arévalo y Elías Olmos, marzo 6/84

Localización 45' SW de las instalaciones de la Base Aérea de Terecay 200 m de la cabecera sur de la pista

Posición geomorfológica planos con cobertura arenosa

Relieve plano, pendiente 0-1%, erosión ligera

Material parental arcillas y arenas

Profundidad efectiva profunda, limitante grava a 125 cm

Régimen climático del suelo ústico, isohipertérmico (original), ústico, isohipertérmico (actual)

Drenajes externo lento, interno medio, natural bien drenado

Vegetación natural chaparro y pastos saeta y cabeza de indio

Uso actual sabanas con pastos naturales

Epipedon ócrico, horizonte subsuperficial óxico

- 0 - 14 cm
A Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR 3/2), textura franco arenosa estructura en bloques subangulares, media, moderada, consistencia en seco blanda, en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica, abundantes poros medianos abundante actividad macrobiana, abundantes raíces medias y finas, pH 5.3, límite claro y plano
- 14 - 27 cm
AB Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/6), con rellenos en los canaliculos dejados por macroorganismos, de color pardo grisáceo oscuro (10YR 3/2), textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, media, moderada, consistencia en seco blanda, en húmedo friable, en mojado no pegajosa / no plástica, abundantes poros medianos, pocos, gruesos abundante actividad macrobiana, regulares raíces finas, pH 5.3, límite claro y plano
- 27 - 84 cm
B₀₁ Color en húmedo amarillo rojizo (7.5YR 6.5/8), textura franco arenosa fina, estructura en bloques subangulares, media, débil consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, abundantes poros medios, pocos, gruesos, presencia de pedotúbulos y concreciones de hierro, regular actividad macrobiana, regulares raíces finas, pocas gruesas, pH 5.3, límite claro y plano
- 84 - 112/125 cm
B₀₂ Color en húmedo amarillo rojizo (7.5YR 6/8), con manchas rojas (2.5YR 4/8) textura franca estructura en bloques subangulares, media, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica, abundantes poros medios y finos,

presencia de chorieaduras del material de las capas superiores, escasa actividad macrobiológica pocas raíces finas pH 5.2, límite claro e interrumpido

- 112/125-200 cm Color en húmedo rojo a rojo claro (2.5YR 5.5/8), concreciones
Boc (original) nes de hierro en 70% por volumen de color rojo oscuro
2Bovcbl (posterior) (10R 3/6) y con diámetro de 3 a 4 cm, textura franco arcillo
(130-160/180 cm) llo arenosa, sin estructura, grano suelto, consistencia en
húmedo friable y en mojado pegajosa y plástica, no hay actividad
macrobiológica ni de raíces
- 160/180-250 cm Color en seco rojo débil (10P5/4), con manchas, comunes, fini
2Bovcb2 finas y prominentes de color amarillo (2.5Y 7/6), seco, con
aproximadamente 30%, por volumen, de nódulos de color rojo
oscuro (10R 3/6) y con diámetros que varían entre 0.5 y
3 cm, arcilloso, estructura de prismas, fina y media, débil,
integrados por bloques subangulares y angulares muy fina, moderada,
consistencia extremadamente firme en los nódulos y
friable donde no hay, pegajosa y plástica, poros pocos a regulares,
finos, exped, raíces no hay, horizonte húmedo (final
de estación seca), pH 5.0, límite gradual
- 250 - 300 cm Descripción de muestras tomadas con el barreno holandés Color
2Bovb rojo débil (10R 5/4), seco, con manchas, muchas medianas
y prominentes de color amarillo pálido (2.5Y 7/4) textura
franco arcillosa-arcillo arenosa, el material presenta
microagregados de bloques angulares muy finos, consistencia
friable a firme, porosidad exped, no hay raíces El horizonte
está húmedo (final de la estación seca)

Observaciones

- a - Suelo de texturas gruesas (0-112/125 cm) que enterró a otro suelo decapitado y de texturas finas (arcillosas a arcillo arenosas) que se prolonga hasta la profundidad estudiada (300 cm)
- b - En el contacto entre los dos suelos se presentan procesos hidromórficos manchas, nódulos y diferentes tipos de concentración de hierro plintita, materiales petroféricos (nódulos cementados) de tamaño dominante entre 2-3 cm por 1 cm
- c - El nivel freático no se encontró hasta la profundidad investigada (3 m), no obstante se evaluó en campo la condición de humedad del suelo seco hasta 25 cm, húmedo a partir de los 60/80 cm hasta los 3 m. La zona comprendida entre 25 y 60/80 cm se considera transicional en humedad
- d - En la descripción original del perfil se modificó ligeramente la nomenclatura de algunos horizontes así como la taxonomía. A partir de 130 cm se adicionó la descripción hasta llegar a los 300 cm

Perfil POLAR (VM-4)

Taxonomía franca fina, silíceo Typic Dystrypept (original)

formativa, silíceo, Isohipertérmica, Aquic Dystropept (actual)
 Unidad cartográfica complejo PABON - POLAR (PB)
 Descrito por G Cetina, L Mosquera y D Arévalo, abril 11/84
 Localización 70° sureste a 400 m aproximadamente de la casa de Pedro Moye
 tón, 7.2 km al sureste de la Base Aérea del Terecay al río Tomo
 Posición geomorfológica terraza (napa)
 Relieve plano, pendiente 0-1%, erosión no hay
 Material parental arcillas sobre arenas
 Profundidad efectiva superficial, limitante arcillas compactas
 Régimen climático del suelo ácuico, Isohipertérmico (original)
 údico, Isohipertérmico (actual)
 Drenajes externo lento, interno moderado, natural pobre
 Vegetación natural saeta, cola de vaca, chaparra de agua, saladillo, araco y
 ceje
 Uso actual sabanas con paja natural, sin explotación
 Epipedón úmbrico, horizonte subsuperficial óxico (original)
 cámbico (actual)

- 0 - 7/10 cm
 A1 Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco arcillosa, estructura granular, media, moderada, consistencia en seco blanda, en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica, pocos poros mediaros, poca actividad macrobiana, abundantes raíces finas, pH 4.4, límite claro e interrumpido
- 7/10 - 40 cm
 A2 Color en húmedo gris muy oscuro (5Y 3/1), textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y angulares, media a gruesa, moderada, consistencia en seco dura, en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica, pocos poros finos, poca actividad macrobiana, pocas raíces finas, pH 4.9, límite gradual y plano
- 40 - 48 cm
 AB Color en húmedo gris muy oscuro (5Y 3/1), con canalículos recubiertos de color pardo fuerte (7.5YR 5/6), textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, mediana y débil, consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y plástica, pocos poros finos, poca actividad de macroorganismos, pocas raíces finas, pH 5.0, límite gradual y plano
- 48 - 70 cm
 B0 Color en húmedo pardo grisáceo (10YR 5/2), con manchas gris claras (10YR 7/1) y granos pardo fuertes (7.5YR 5/6), textura arcillosa, estructura en prismas gruesos, fuertes integrados por bloques subangulares mediana a fina, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y plástica, pocos poros medianos, poca actividad macrobiana pocas raíces medianas, pH 4.9, límite gradual y plano
- 70 - 95/105 cm
 Bw Color en húmedo gris pardusco claro (10YR 6/2), con 30% de manchas rojo oscuras (2.5YR 3/6), concreciones de hierro con diámetro menor de 1 cm, textura arcillosa, sin estructura, masiva, consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros medianos; poca ac

tividad macrobiana, pocas raíces finas; pH 4.8, límite claro y ondulado

- 95/105-115/120 cm Bg Color en húmedo gris claro (10YR 6/1), con 5% de manchas rojas (2.5YR 5/8), textura arcillosa, sin estructura, masiva; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica, pocos poros finos y medianos, poca actividad macrobiana - raíces no hay, pH 4.6, límite gradual e interrumpido
- 115/120-165 cm 2C1 Color en húmedo amarillo pardusco (10YR 6/6), más 40% de gris oliva claro (5Y 6/2) y 10% de rojo amarillento (5YR 4/6), textura arenoso franca, consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica, pocos poros finos intersticiales, pH 5.2, límite difuso y plano
- 165 - 200 cm 2C2 Color en húmedo amarillo pardusco (10YR 6/8), con 30% de gris oliva claro (5Y 6/2), textura franco arenosa, consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica, pocos poros finos intersticiales, pH 5.4

Observaciones

- a - El horizonte 2C2 continúa hasta 3 m, sin encontrar el nivel freático (final de la época seca) Se presentan en él bolsas de arena de diversos colores blancos, amarillos, rojizos, éstos últimos con bajo grado de cementación
- b - El perfil presenta hidromorfismo fuerte (pseudogley de profundidad) a partir de los 50/60 cm (límite irregular y claro)

Perfil OLAS (VM-5)

Taxonomía franca fina caolinítica Plinthic Tropaquuit (original)
 franca gruesa/franca fina y silícea, isohipertérmica - Plinthaquep (actual)

Unidad cartográfica complejo MORICHESOLO - OLAS (MO)

Descrito por G Cetina, C Rodríguez, D Arévalo y L Mosquera, abril 6/84

Localización 2.5 km aproximadamente al sureste de la Base Aérea de Perecay vía al remolcador

Posición geomorfológica bajo (cubeta)

Relieve plano, pendiente 0-1%

Material parental arcillas

Profundidad efectiva superficial, limitante compactación del material y exceso de agua

Régimen climático del suelo árido isohipertérmico

Drenajes externo lento, interro muy lento, natural muy pobre

Vegetación natural pasto saeta

Uso actual sabana con pasto natural, no explotado

Epipedón úmbrico, horizonte subsuperficial argílico (original)
 úmbrico horizonte subsuperficial cámbico (actual)

0 - 20 cm Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), pardo

- Ap grisáceo (2 5Y 5/2) en seco, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, media y gruesa, débil, consistencia en seco dura, en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica, pocos poros medianos y finos, abundante actividad macrobiana, abundantes raíces medianas y finas, pH 4 7; límite gradual e interrumpido
- 20 - 35/40 cm
Bg1 Color en húmedo gris oscuro (10YR 4/1), en seco, amarillo (10YR 7/6), textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, media, débil, consistencia en seco dura, en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica, regulares poros medianos, abundantes finos, presencia de canaliculos, abundante actividad macrobiana, pocas raíces finas, pH 4 6, límite gradual e interrumpido
- 35/40-70/80 cm
Bg2 Color en húmedo gris rosado (5YR 6/2), textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, media, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica, pocos poros medianos, abundantes finos, presencia de canaliculos pequeños, regular actividad macrobiana, pH 4 6, límite claro e interrumpido
- 70/80-95/105 cm
2Btgvb1 Color en húmedo pardo grisáceo (10YR 5/2) con 20% de rojo amarillento (5YR 4/6) y 15% de amarillo rojizo (7 5YR 6/6), textura franco arcillo arenosa, sin estructura, masiva, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica, pocos poros medianos, abundantes finos, presencia de canaliculos, rellenos de materia orgánica de color gris oscuro, regular actividad macrobiana, pH 4 6, límite gradual e interrumpido
- 95/105-160 cm
2Btgvb2 Color en seco (10YR 6/6) amarillo pardusco, en húmedo gris claro (5Y 6/1) con 40% de rojo (10R 4/6) y 10% de amarillo pardusco (10YR 6/6), textura franco arcillo arenosa, sin estructura, masiva, consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y no plástica, pocos poros medianos, abundantes canaliculos de 8 mm de diámetro, regular actividad macrobiana, pH 4 7, límite difuso y plano
- 160 - 200 cm
2Cgv Color en húmedo 40% de gris claro (7 5YR 6/0), 40% de rojo sucio (10R 3/4) y 20% de pardo amarillento (10YR 5/8) color en seco (7 5YR 6/8), amarillo rojizo, con manchas en seco gris rosado (7 5YR 7/2) y amarillas (10YR 7/6) textura franco arcillo-arenosa, consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y no plástica, abundantes canaliculos de 8 mm de diámetro actividad macrobiana, pH 4 8

Observaciones

- a - En los tres últimos horizontes hay plintita
- b - A pesar del régimen árido e hidromorfismo acentuado a partir de los 20 cm, el color dominante es amarillo y amarillo rojizo

- c - El perfil se ubicó en la parte terminal de la zona de zerales (lombriza - les)
- d - La nomenclatura original de los horizontes de profundidad fue modificada , involucrándose la discontinuidad litológica, el efecto del hidromorfismo y la plintita
- e - Las características del último horizonte pueden extrapolarse hasta los 280 cm , profundidad investigada posteriormente a la descripción original

Perfil CACHICAMO (VM-10)

Taxonomía esquelética arcillosa sobre arcillosa, caolinítica Ultic Haplustox (original) Arcillosa fina caolinítica, isohipertérmica, Plinthustult (actual)

Unidad cartográfica complejo CACHICAMO - CONUCO (CC)

Descrito por D Arévalo, G Cetina y L Mosquera, abril 4/84

Localización 4 8 km aproximados al oeste de la Base Aérea de Terecay, margen derecha del carretable a Villavicencio

Posición geomorfológica colinas en Altillanura disectada

Relieve ligeramente plano, pendiente 3-7%, erosión hídrica lamina, severa

Material parental arcillas

Profundidad efectiva muy superficial, limitante abundantes concreciones en la superficie

Régimen climático del suelo ústico, isohipertérmico

Drenajes externo rápido, interno medio, natural excesivo

Vegetación natural saeta, cabeza de indio y guaratara

Uso actual sabana con paja natural, no utilizada

Epipedón ócrico, horizonte subsuperficial óxico (original)

argílico (actual)

- 0 - 28 cm
Ac Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (2 5Y 3/2), más de 80% por volumen de concreciones de hierro y manganeso, con diámetro menor de un centímetro, de color rojo oscuro (2 5YR 3/6), textura franco arenosa con gravilla, sin estructura, grano suelto, consistencia en seco suelta, en húmedo friable, en mojado no pegajosa y plástica, pocos poros finos, poca actividad macrobiana, pocas raíces finas y medianas, pH 4 6, límite claro y plano
- 28 - 50 cm
2Bwc Color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6), más 80% por volumen de concreciones de hierro y manganeso, con diámetro menor de 1 cm , de color rojo oscuro (2 5YR 3/6), textura arcillosa, sin estructura, grano suelto, consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica, pocos poros finos, poca actividad macrobiana, pocas raíces finas pH 4 6, límite gradual y ondulado
- 50 - 144 cm
2Btcc Color en húmedo rojo (10R 4/6), con 30% por volumen de concreciones de color rojo sucio (10R 3/4) textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, media, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y no plástica, pocos poros finos y medianos, abundante actividad macrobiana ,

pocas raíces finas, pH 4.8, límite difuso y plano

- 144 - 200 cm
3Btobl Color en húmedo rojo oscuro (2.5YR 3/6), con 15% de amarillo pardusco (10YR 6/6) y 15% de gris a gris claro (10YR 6/1), textura arcillosa, estructura en bloques angulares, media y fina, moderada, consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y no plástica, presencia de películas de cutanes en las caras de los pedos (argilanes), abundantes poros finos, pocos medianos, poca actividad macrobiana, raíces no hay, pH 4.8
- 200 - 260 cm
3Bob2 Color en húmedo rojo (2.5YR 4/8, y 2.5YR 4/6) y rojo débil en seco (10R 5/4) con manchas (10%) amarillo pálido (5Y 7/3) en seco, franco arcillo arenosa, estructura de bloques subangulares muy fina, moderada, friable, poros regulares, finos, exp. no hay raíces, horizonte húmedo al final de la época seca, pH 4.7

Observaciones

- a - En esta unidad se presentan termiteros, con diámetro promedio de 35 cm y 60 cm de altura
- b - El horizonte 3Bob2 presenta cambios muy notorios en consistencia (en húmedo muy friable y duro en seco) y color, en relación con el horizonte superior (sensiblemente más rojo en húmedo y cambio notorio a rojo débil al secarse)
- c - La nomenclatura de horizontes se ha variado en relación con la original, especialmente en lo referente a concentraciones arcillosas, evidencias de translocación de materiales y discontinuidades litológicas
- d - La taxonomía actual se fundamenta en la definición del horizonte 2Btoc, como argílico en vez de óxico, no obstante esta apreciación puede ser objetada dado que cumple los requisitos de óxico, excepto por los pocos argilanes que posee su interpretación como un argílico en degradación hacia el óxico, permite su ubicación en Oxisoles o en Ultisoles por presentar horizontes argílicos bien definidos en horizontes inferiores y estar el horizonte 2Btoc transformándose en óxico se ha ubicado dentro de los Ultisoles

Perfil MORICHE (VM-11)

Taxonomía franca fina silícea Tropeptic Umbriorthox (original)
 franca fina silícea isohipertérmica, Plinthic Umbraquox (actual)
 franca fina caolinítica, isohipertérmica Typic Plinthaquox (propuesta ICOMOX, 1985)

Unidad cartográfica complejo MORICHE-JUNCA (MJ)

Descrito por L. Mosquera, D. Arévalo y G. Cetina, abril 4/84

Localización 2.5 km aproximadamente al oeste de la Base Aérea de Trecay

Posición geomorfológica vegas bajas (diques y napas)

Relieve plano-cóncavo, pendiente 0-3%

Material parental arcillas

Profundidad efectiva profunda

Régimen climático del suelo údico, isohipertérmico (original) Acuíco (actual)

Drenajes externo lento, interno medio, natural imperfecto

Vegetación natural moriche, bosque de galería y pasto saeta

Uso actual ninguno

Epipedón úmbrico, horizonte subsuperficial óxico

- 0 - 19 cm
A1 Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, con tendencia a granular, fina, moderada consistencia en seco dura, en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, regulares poros finos, abundante actividad macrobiana, abundantes raíces finas, pH 4 7, límite claro e irregular
- 19 - 46 cm
A2 Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco arcillo-arenosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, moderada, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica, regulares poros finos, pocos medianos, regular actividad macrobiana, regulares raíces finas, pH 4 8, límite gradual y ondulado
- 46 - 79 cm
2Bw1 Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 4/4), con 15% de pardo amarillento (10YR 5/8), textura franco arcillo arenosa, sin estructura, masiva, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica abundantes poros finos, actividad macrobiana no hay, pocas raíces finas, pH 4 8, límite gradual y ondulado
- 79 - 110 cm
2Bg Color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6), con 5% de manchas por oxidación de color pardo amarillento (10YR 5/8), textura franco arcillo arenosa, sin estructura, masiva con consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica, abundantes poros finos, pocas raíces finas, pH 4 7, límite gradual y ondulado
- 110 - 152 cm
3Bog Color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6), con 40% de pardo amarillento (10YR 5/4), textura franco arcillo arenosa, sin estructura, masiva, consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica, abundantes poros finos, pocas raíces finas, pH 4 7, límite claro y ondulado
- 152 - 200 cm
3Bocg Color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4), con rojo amarillento (5YR 4/8), textura franco arcillo-arenosa, con 25% de concreciones petroféricas sin estructura, masiva, consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica abundantes poros finos, raíces no hay, pH 4 7
- 200 - 250 cm
4C Color en seco pardo amarillento claro (10YR 6/4), textura franco arcillo arenosa, sin estructura, masiva, dura en seco pegajosa y plástica, poros regulares muy finos, no hay raíces, horizonte saturado al final de la época seca, pH 4 7, nivel freático a 250 cm

Observaciones

- a - Se presentan zurales con dimensiones de 80 x 60 x 30 cm y otros de 100 x 120 x 20 cm. Entre los zurales las distancias varían de 40 a 60 cm. La munición de lombriz de preferencia se ubica en la superficie del zural, especialmente después de las quemas y en la época de sequía.
- b - Se presenta fuerte hidromorfismo a partir de los 80 cm, es máximo entre 150 - 200 cm, el nivel freático, para la fecha de observación complementaria (21-III-85), se encontró a 250 cm.
- c - La nomenclatura de horizontes se modificó especialmente por las discontinuidades litológicas, comprobadas por análisis de laboratorio, y efecto de hidromorfismo.

Perfil MORICHESOLO (VM-20)

Taxonomía arcillosa fina caolinítica Plinthic Tropaquult (original)
franco gruesa sobre arcillosa, silícea, isohipertérmica Typic Plinthaquult (actual)

Unidad cartográfica complejo MORICHESOLO - OLAS (MO)

Descrito por G Cetina, L Mosquera y D Arévalo, abril 6/84

Localización 1.6 km al sureste de la Base Aérea de Terecay, sitio Morichesolo, sobre la vía al río Tomo

Posición geomorfológica bajo (cubeta) lombrizal (zural)

Relieve plano - cóncavo, pendiente 0-1%

Material parental arcillas

Profundidad efectiva superficial, limitante nivel freático alto en la mayor parte del año

Régimen climático del suelo ácuico, isohipertérmico

Drenajes externo lento, interno lento, natural muy pobre

Vegetación natural rabo de vaca, moriche, platanillo, yarumo y lacre

Uso actual sabana con pasto natural, sin explotación

Epipedón úmbrico, horizonte subsuperficial, argílico

0 - 35/48 cm
Ap Color en húmedo negro (10YR 2/1) en seco gris (10YR 5/1), textura franca, estructura en bloques subangulares, fina y media, débil, consistencia en seco blanda, en húmedo friable en mojado no pegajosa y no plástica, abundantes poros finos, regulares medios, canales de lombrices y montículos de zurales, abundante actividad de macroorganismos, abundantes raíces finas y medianas, pH 5.3, límite claro e interrumpido

35/48 - 109 cm
2Btg Color en húmedo gris oscuro (10YR 4/1), en seco gris claro (5YR 7/1), con 2% de manchas pardo amarillentas (10YR 5/6), textura arcillosa estructura en bloques subangulares, fina y media, débil, consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica, presencia de cutanes muy delgados, abundantes poros finos, regulares medianos, canales acuíferos, regular actividad macrobiana, regulares raíces finas y medianas; pH 5.1, límite claro y ondulado

- 109 - 131 cm
2Btgvl Color en húmedo gris (10YR 5/1), con 25% de plintita de color rojo (10R 4/8) textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, media y fina, débil, consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica, cutanes delgados, regulares poros finos y medianos, canaliculos de raíces, actividad macrobiana no hay, pocas raíces finas y medianas, pH 5 1; límite gradual y ondulado
- 131 - 157 cm
3Btgvl Color en húmedo gris a gris claro (10YR 6/1), en seco gris pardusco claro (10YR 6/2), con 35% de manchas rojas (10R4/8) de plintita y 5% de pardo fuerte (7 5YR 5/6), textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, media y fina, débil, consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica, regulares poros finos y medianos, canaliculos de raíces, pocas raíces finas, pH 5 1, límite gradual y ondulado
- 157 - 200 cm
3Btgvl Color en húmedo gris claro (5YR 7/1), con 30% por volumen de concreciones blandas, rojas (10R 4/8) y 10% de pardo fuerte (7 5YR 5/8), textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y angulares, media y fina, débil, consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica, pocos poros finos, pocas raíces finas, pH 5 3

Observaciones

- a - En la segunda observación del perfil, el horizonte 35/48 - 109 cm fue subdividido en 35/48 - 60 y 60 - 109 cm
- 35/48 - 60 cm Color en seco gris claro (5YR 7/1) con 2% de manchas pardo amarillento oscuras (10YR 3/6), textura arcillosa con presencia de granos de arena media, rosados (ferruginizados), estructura de bloques subangulares, fina y media, débil, firme, muy pegajosa y plástica, poros abundantes, regulares, finos y medios, exped, raíces regulares y finas, en buen estado, en algunas zonas se aprecian recubrimientos limosos en planos estructurales
- 60 - 109 cm Morfología similar a la anterior, diferenciándose por presentar canales radiculares (redondeados), ausencia de manchas amarillentas, la matriz manifiesta tonos más claros (gris claro en seco, (5YR 7/1), los granos de arena presentan menor ferruginación
- b - La nomenclatura original de los horizontes se ha modificado con base en la presencia de discontinuidades litológicas, hidromorfismo y argilares
- c - El color en el horizonte A presenta cambios muy marcados en "intensidad" en función del grado de humedad, el color como tal (λ) y la "pureza" no cambian significativamente

Perfil MOYETON (VM-23)

Taxonomía arcillosa fina caolinítica Typic Ochraquox (original)
 arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmica Typic Plinthaquox (actual)
 arcillosa fina, caolinítica, isohipertérmica Ochreptic Plinthaquox
 (propuesta, ICOMOX, 1985)

Unidad cartográfica complejo ALCANCIA - MOYETON (AL)

Descrito por G Cetina, L Mosquera y D Arévalo, abril 6/84

Localización 6 km al sureste de la Base Aérea de Terecay, 1 2 km al norte del río Tomo

Posición geomorfológica bajos depresionales

Relieve plano, pendiente 0-1%

Material parental arcillas

Profundidad efectiva muy superficial, limitante nivel freático alto

Régimen climático del suelo ácuico, isohipertérmico

Drenajes externo lento interno lento, natural muy pobremente drenado

Vegetación natural saeta y chaparro

Uso actual. ganadería muy extensiva

Epipedón ócrico, horizonte subsuperficial óxico (original)

úmbrico, horizonte subsuperficial óxico (actual)

- 0 - 16 cm
 Ap Color en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franca, estructura en bloques subangulares, media, moderada, consistencia en seco dura, en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, pocos poros medianos y finos, abundante actividad macrobiana, abundantes raíces finas, pH 5 0, límite gradual y ondulado
- 16 - 44/55 cm
 AB Color en húmedo pardo a pardo oscuro (10YR 4/3), en seco gris (10YR 5/1), con 20% por volumen de concreciones rojo amarillentas (5YR 5/8), textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, media, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica, pocos poros gruesos, abundantes finos, canales acuíferos, revestidos de color pardo amarillento, abundante actividad macrobiana, pocas raíces finas, pH 5 1, límite claro e interrumpido
- 44/55 - 102 cm
 Bogvl Color en húmedo gris (10YR 5/1), con 50% por volumen de concreciones blandas y plintita de color rojo oscuro (10R 3/6), textura arcillosa, estructura tendiente a bloques subangulares, media, débil, consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica, abundantes poros finos, pocos medianos, canales acuíferos, abundante actividad macrobiana, pocas raíces finas, pH 5 1, límite gradual e interrumpido
- 102 - 200+ cm
 2Bogv2 Color en húmedo gris (10YR 5/1), 30% de rojo (2 5YR 4/8) y 30% de rojo oscuro (10R 3/6), textura franco arcillosa; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica, abundantes poros finos, abundante actividad macrobiana; raíces no hay; pH 5 1

Observaciones

- a - El perfil presenta hidromorfismo fuerte a partir de los 20/30 cm y extremadamente fuerte entre los 90 y 200 cm , profundidad a la cual se encontró el nivel freático (al final de la época seca)
- b - En el momento de realizarse la segunda descripción (final de la época seca) el suelo se presentaba seco hasta los 90 cm y húmedo entre 90 y 200 cm
- c - La nomenclatura de los horizontes fue reformada a partir de la original al igual que la descripción del epipedón (ócrico por úmbrico) y su taxonomía

Tabla 10 Otro Análisis Químico de algunos suelos del Ter. y (Vichad)

Perfil	Horizonto	Profundidad cm	Cmp. lo. i. c. m. lo. me/100 g						S. t. i. r.				S. t. A. l. s.	S. t. c. i. t. e. c. /100 g	P. p. p.
			CCC	BT	f	M _r	K	N	Sl	C	r	t			
V - 1 Haplu-ton	A	00 - 14	3.2	0.6	0.2	0.2	0.04	0.2	18.8	6.3	7.3	1.3	40	5.41	1
	AB	14 - 27	2.4	0.6	0.2	0.2	0.04	0.2	25.0	8.3	8.3	1.7	37	4.02	1
	Bol	27 - 84	2.0	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	25.0	10.0	10.0	2.0	18	3.64	1
	Bo2	84 - 112/125	2.4	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	20.8	8.3	8.3	1.7	18	3.64	1
	2Bovcb1	130 - 160	4.8	0.7	0.4	0.2	0.1	0.03	14.6	8.3	1.2	2.0	26	5.78	1
	2Bovcb2	160 - 250	6.1	1.8	0.4	1.3	0.1	0.03	29.5	6.6	21.3	1.6	47	6.26	1
	2Bovb	250 - 300	6.4	1.8	0.4	1.3	0.1	0.03	28.1	6.3	20.3	1.6	44	6.21	1
VI - 4 Dystrapt	A1	00 - 07/10	1.7	0.6	0.2	0.2	0.03	0.2	4.4	1.5	1.5	0.2	66	22.11	9
	A2	07/10 - 40	17.5	0.5	0.2	0.2	0.03	0.1	2.9	1.1	1.1	0.2	63	21.26	5
	AB	40 - 48	10.7	0.5	0.2	0.2	0.03	0.1	4.7	1.9	1.9	0.3	75	13.20	3
	Bo	48 - 70	4.7	0.6	0.4	0.2	0.03	0.03	12.8	8.5	4.3	0.6	71	6.74	3
	Bw	70 - 95/105	4.9	0.6	0.4	0.3	0.03	0.05	12.2	8.2	4.1	0.6	76	4.64	2
	Bg	95/05-105/120	4.4	0.6	0.4	0.2	0.03	0.05	13.6	9.1	4.6	0.7	53	5.43	2
	2C	130 - 250	2.8	0.4	0.2	0.2	0.01	0.01	14.3	7.1	7.1	0.4	44	3.39	1
VII - 5 Plinthaquopt	A	00 - 20	4.0	0.6	0.2	0.2	0.04	0.2	1.0	5.0	5.0	1.0	50	-	1
	Bg1	20 - 35/40	3.2	0.8	0.2	0.2	0.04	0.4	25.0	6.3	6.3	1.3	47	-	1
	Bg2	35/40 - 70/80	3.2	0.6	0.2	0.2	0.04	0.2	18.8	6.3	7.3	1.3	70	-	1
	2Btgvb1	70/80-95/105	4.0	0.6	0.2	0.2	0.04	0.2	15.0	5.0	5.0	1.0	74	-	1
	2Btgvb2	95/105-160	4.5	1.1	0.4	0.4	0.04	0.3	24.4	8.9	8.9	0.9	67	-	1
	2Cgv	160-200X	4.8	1.0	0.4	0.4	0.04	0.2	20.8	8.3	8.3	0.8	69	-	1
VIII - 10 Plinthantuit	Ac	00 - 28	6.1	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	8.2	3.2	3.2	0.7	57	7.52	1
	2Bwc	28 - 50	7.3	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	8.2	3.2	3.2	1.6	63	8.08	1
	2Btoc	50 - 144	5.3	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	11.3	3.8	3.8	1.9	68	6.06	1
	3Btob1	144 - 200	6.1	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	9.8	3.3	3.3	1.6	80	7.68	1
	3Bob2	200 - 260	4.0	0.9	0.4	0.4	0.1	0.05	22.5	10.0	10.0	2.5	64	6.42	1
VIII-11 Umbraquox	A1	00 - 19	18.1	0.7	0.2	0.2	0.2	0.1	3.8	1.1	1.1	1.1	68	23.72	2
	A2	19 - 46	14.3	0.7	0.2	0.2	0.1	0.2	4.9	1.4	1.4	0.7	64	17.14	1
	2Bw1	46 - 79	8.9	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	5.6	1.1	1.1	0.2	53	9.33	1
	2Bw	79 - 110	5.7	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	8.8	2.2	2.2	0.7	64	6.77	1
	3Bw	110 - 122	1.2	0.6	0.2	0.2	0.04	0.2	50.0	16.7	16.7	3.3	49	6.04	1
	3Bocg	152 - 200	2.0	0.5	0.2	0.2	0.04	0.04	2.0	10.0	10.0	5.0	52	5.98	1
	4C	200 - 250	5.7	0.4	0.2	0.2	0.01	0.03	7.0	3.5	3	0.2	76	6.69	1
VIII-20 Plinthaquuit	A	00 - 35/48	36.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	1.6	0.6	0.6	0.3	85	-	3
	2Btg	35/48 - 109	23.1	0.7	0.2	0.2	0.1	0.2	3.0	0.9	0.9	0.4	88	-	4
	2Btgvb1	109 - 131	21.8	0.5	0.2	0.2	0.04	0.04	2.3	0.9	0.9	0.2	91	-	1
	2Btgv2	131 - 157	20.2	0.5	0.2	0.2	0.04	0.04	2.3	1.0	1.0	0.2	90	-	1
	3Btgv3	157 - 200X	10.2	0.5	0.2	0.2	0.04	0.04	4.9	2.0	2.0	0.4	88	-	1
VIII-23 Plinthaquox	A	00 - 16	17.7	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	2.8	1.1	1.1	0.2	80	-	3
	AB	16 - 44/55	12.1	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	4.1	1.7	1.7	0.3	81	-	1
	Bogv1	44/55-102	10.2	0.5	0.2	0.2	0.04	0.1	4.9	2.0	2.0	0.2	87	-	1
	2Bogv2	102 - 200X	7.2	0.6	0.2	0.2	0.04	0.2	8.3	2.8	2.8	0.6	84	-	1

GENESIS Y MANEJO DE ZURALES EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

INTRODUCCION

Un fenómeno típico de la Llanura Aluvial de Desborde en la Orinoquia Colombiana es la ocurrencia o formación de los zurales. Estas formaciones presentan un patrón de micro-relieve muy particular, formado por zanjas y montículos que varían en densidad, espesor y profundidad.

El objetivo del presente estudio fué conocer el origen, formación, recuperación y manejo de este tipo de micro-relieve, que para muchos investigadores es conocido como zurales o tatuco.

Los zurales se localizan en diferentes partes de la Llanura Aluvial de Desborde, principalmente en la cabecera de los caños, donde los suelos sufren continuos encharcamientos durante un largo período en el año, trayendo como consecuencia limitaciones para el uso agrícola o pecuario de estas tierras (Fotografías 1 y 2).

REVISION DE LITERATURA

Teorías sobre el Origen y Formación de los Zurales

Existen varias teorías acerca del origen de este micro-relieve. Las más difundidas son: a) por acción biológica, especialmente por las lombrices de tierra, b) por el pisoteo del ganado y c) por erosión reticular, bajo un nuevo nivel de base, ayudado por los diferentes cambios climáticos y períodos alternos de sequías e inundaciones.

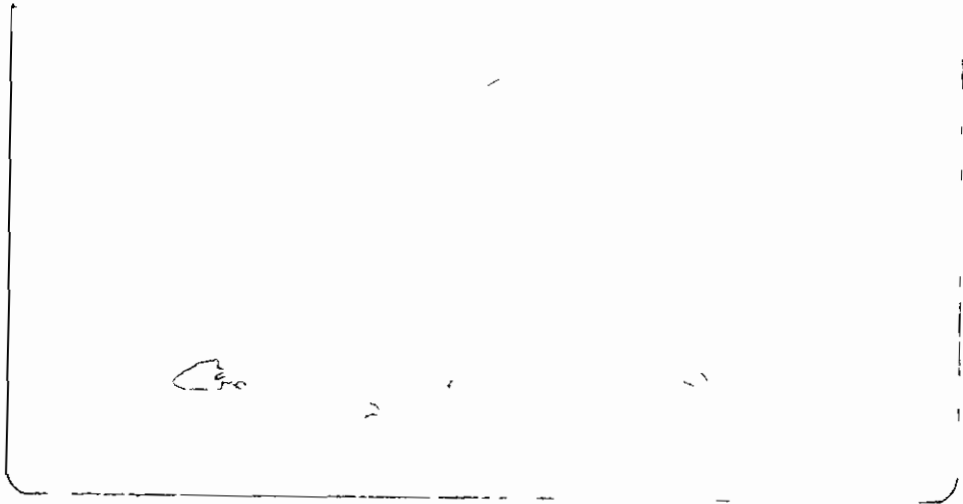
En la primera teoría se responsabiliza a las lombrices, ya que éstas se establecen en los sitios relativamente bajos de la zona donde la lámina de agua en invierno no es muy alta, pero con una suficiente humedad que le permite resistir las sequías en épocas de verano.

La segunda teoría se refiere a que estas formaciones son debidas al constante pisoteo del ganado, lo cual ocasiona un flujo continuo del material del suelo por la alta saturación.

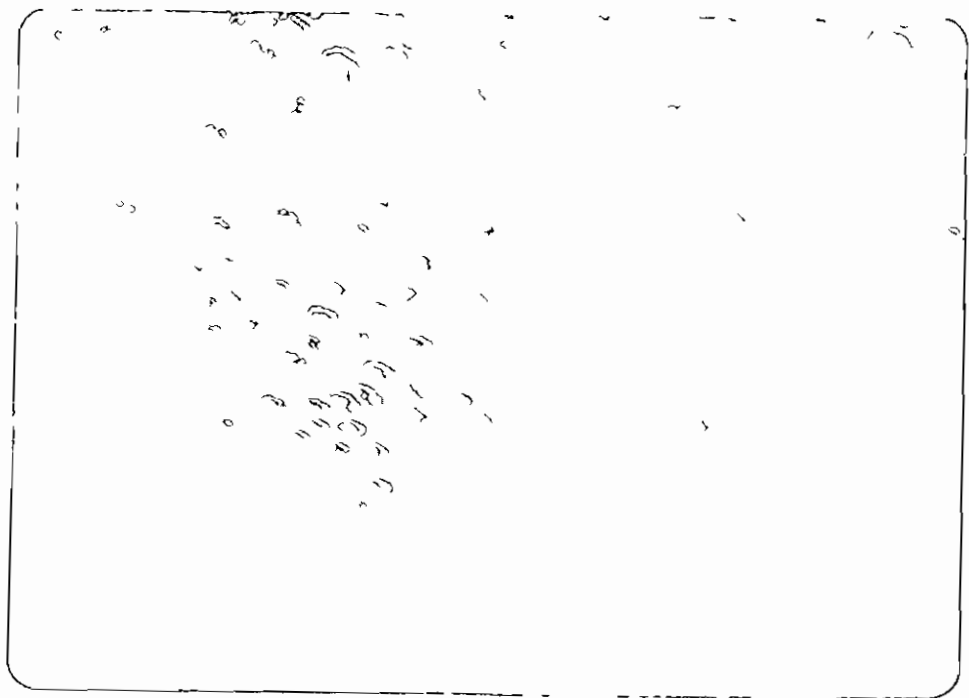
La tercera teoría atribuye la formación de los zurales, a una erosión reticular que se puede originar en diferentes fases de avance y a una baja en el nivel de base. También se dice que la erosión ocurre entre las cepas de las gramíneas o entre uno y otro árbol y se debe a que el material del suelo presenta un alto contenido de arcilla tipo caolinitico de baja cohesión, lo cual ocasiona una alta pérdida del material del suelo.

Génesis de los Zurales

Sobre la formación de los zurales poco se ha escrito. Sin embargo,



Fotografía 1 Panorámica de la Llanura Aluvial de Desborde del río Terecay Marandúa-Vichada



Fotografía 2 Vista aérea de una zona afectada por zerales en los bajos del río Terecay Marandúa-Vichada

hay zurales que pueden ser formados por excreciones o deyecciones de lombrices. Se reconocen fácilmente por su tamaño, forma (pequeños y cónicos) y morfología interna (formados casi el 100% por pedotúbulos)

Stagno y Steegmayer (1972), en un estudio realizado en la región del lago de Maracaibo encontraron zurales de origen biológico, ya que los montículos estaban constituidos en un 100% por lombrítúbulos

En Colombia este tipo de zural ha sido observado en Cravo Norte (Arauca), donde presentan todas las características anteriormente mencionadas y además su distribución no es uniforme y simétrica, lo cual reafirma que son de tipo biológico

Kijewski (1967) y Parra (1972) citados por Stagno (1972), encontraron que en la parte occidental de los Llanos Venezolanos existe otro tipo de sistema de montículos muy diferente a los anteriores y su formación la atribuyen a una erosión en surcos

Para Goosen (1964) y Stagno (1972), este tipo de formaciones, muy típicas en la Llanura Aluvial de Desborde, se debe a diferentes cambios en el nivel original del terreno, los cuales forman zanjas o canales irregulares, con profundidades entre 20 y 150 cm, y un ancho entre 30 y 200 centímetros. Estos canales o zanjas se forman en terrenos casi planos, donde las aguas lluvias se acumulan y luego se escurren transportando los materiales menos resistentes, entre los manojos de pasto o árboles (palmas de moriche), por lo tanto, esta forma de montículos la han considerado como un tipo de Erosión Reticular

MATERIALES Y METODOS

La investigación se inició en febrero de 1984 en Marandúa-Vichada (Figura 1), en los suelos de la Altillanura, principalmente en las cabeceras de los caños, entre los ríos Tomo y Terecay, donde los suelos permanecen encharcados durante largos períodos del año, condición característica para la formación de los zurales

Con el fin de conocer su origen, recuperación y manejo, se procedió a localizar los zurales y hacer un inventario sobre su densidad, altura y distribución en 10 parcelas, cada una con un área de 10 metros cuadrados (Fotografía 3)

Luego se hizo la evaluación de la cobertura vegetal en cada parcela y la descripción tanto del suelo como del zural

RESULTADOS Y DISCUSION

Vegetación

En la Fotografía 4 y en la Figura 2 se presenta el inventario de

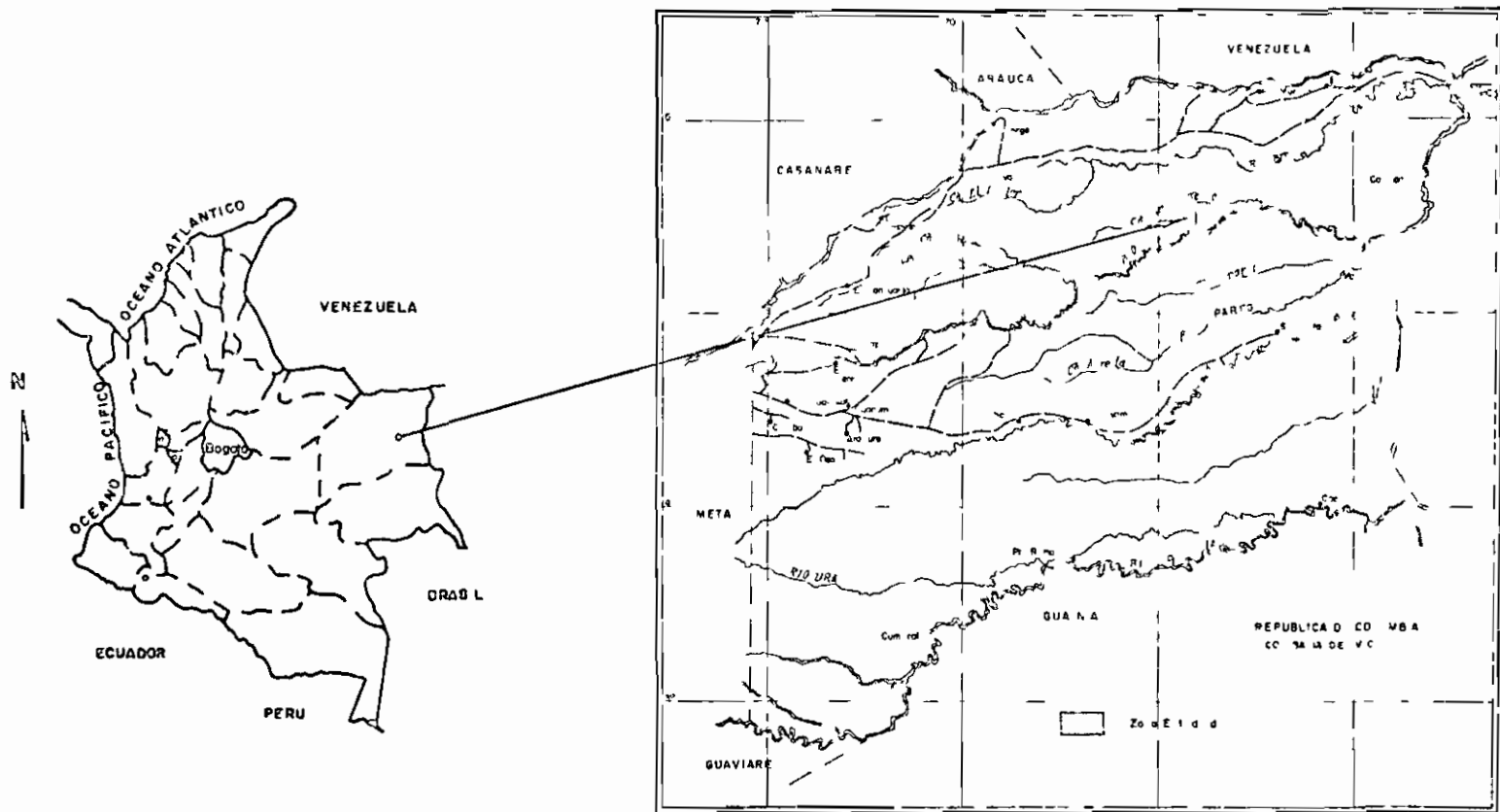
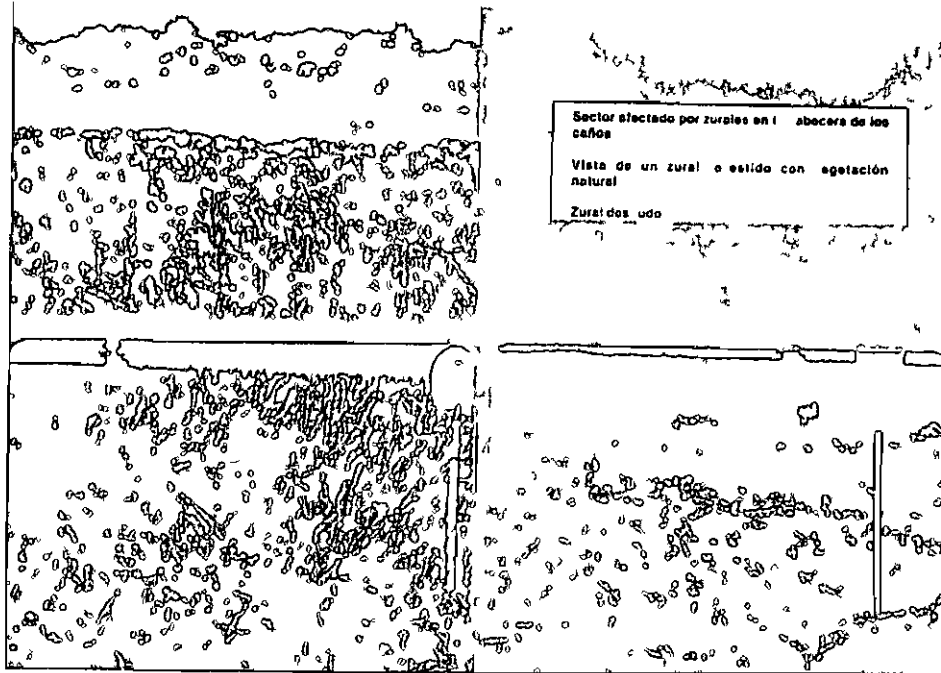
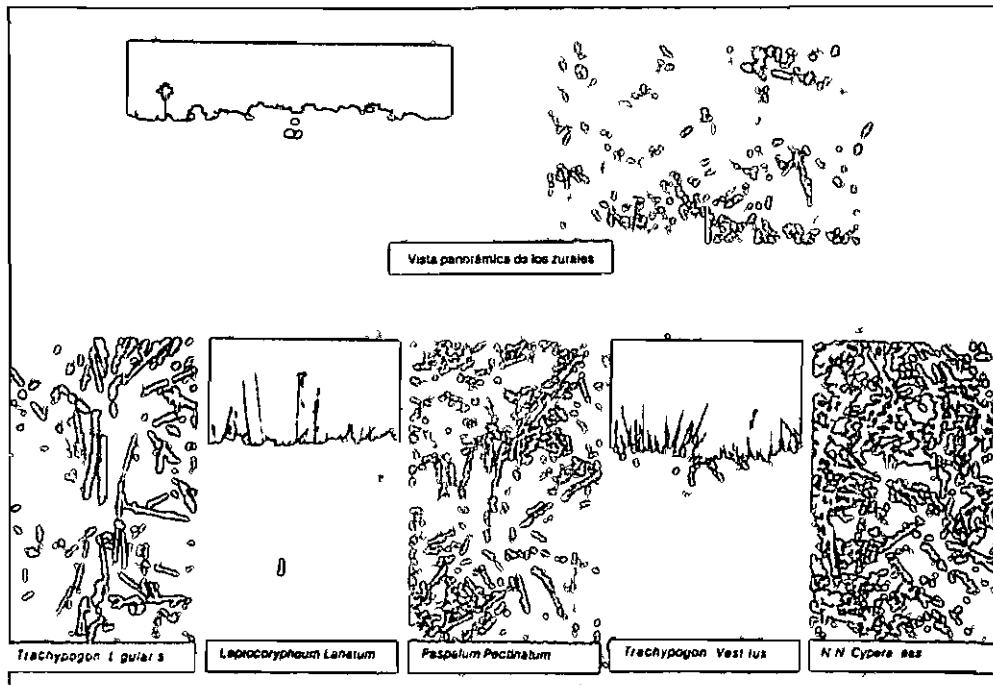


FIGURA 1 Localización y ubicación de la zona de estudio



Fotografía 3 Aspecto de la zona afectada por zurales Marandúa-Vichada



Fotografía 4 Inventario de las diferentes especies nativas de gramíneas en los zurales Marandúa-Vichada

las diferentes especies nativas (gramíneas) que se encontraron en la parte baja, media y alta de los zurales. En la parte más baja, o sea, la zona del canal o zona entre los montículos, el Trachypogon vestitus (paja peluda o velluda) y cabeza de indio (Cyperáceas), son las especies que predominan y resisten una alta humedad, en la parte media del zural la especie más común es el Paspalum pectinatum (sabana corta) que es menos resistente a la humedad del suelo y en la parte más alta del zural se encuentran el Leptocorypheum lanatum (rabo de mula) y Trachypogon ligularis (pasto saeta o víbora) como especies que no soportan mucha humedad.

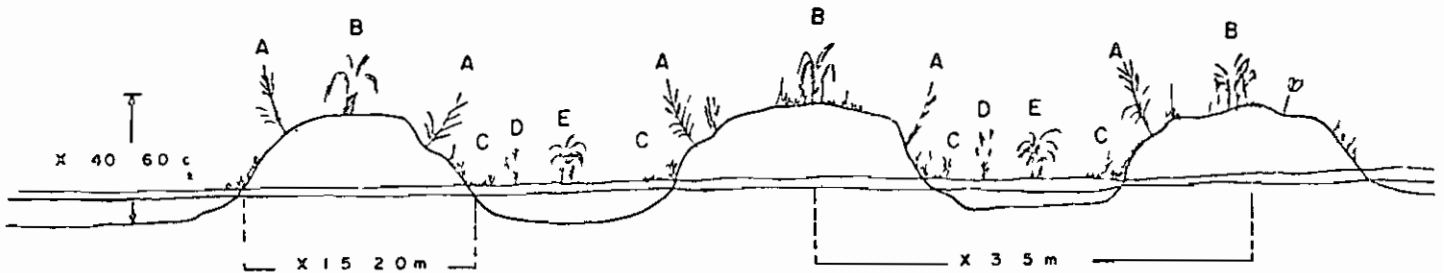


FIGURA 2 Inventario de las diferentes especies nativas de gramíneas en la parte alta, media y baja del zural

- A* - Leptocorypheum lanatum (rabo de mula)
 - B - Trachypogon ligularis (pasto saeta o víbora)
 - C - Paspalum pectinatum (sabana corta)
 - D - Trachypogon vestitus (paja peluda o velluda)
 - E - Cabeza de indio (Cyperáceas)
- * Especie de mayor proporción en la zona

Aspecto morfológico de los zurales

En la Fotografía 5 se presenta la morfología externa e interna de un zural. Las dimensiones promedio de estos zurales oscilan entre 2 y 3 metros de diámetro y entre 0.40 y 1.3 metros de altura. El espaciamiento entre los zurales es de 3 y 5 metros, con zanjas entre los montículos que varían entre 1 y 2 metros de ancho. Todo el montículo se encuentra recubierto por vegetación de gramíneas, las partes altas se encuentran recubiertas con un alto porcentaje (70-80%) decrementos o deyecciones de lombrices.

El suelo que conforma el zural presenta altos contenidos de materia orgánica mezclada con la fracción mineral, sobre un material grueso de textura arenosa franca a arenosa (Fotografía 5). También, es muy común encontrar en el perfil del zural numerosas cavernas o huecos (Fotografía 9).

Es importante resaltar que dentro del perfil no se presentan forma

ciones especiales, a excepción de las cavernas o huecos anteriormente mencionados. Tampoco hay evidencias de pedotúbulos o lombrítúbulos dentro del perfil, con excepción de los primeros 5 centímetros de la superficie del zural.

Análisis Físicos

En las Tablas 1 y 2 se presentan los resultados de las características físicas de los suelos como densidades, retención de humedad a diferentes tensiones, humedad aprovechable, límites de consistencia, estabilidad estructural, distribución granulométrica y pruebas de infiltración.

Las densidades reales, con valores promedio de 2.6 g/cc correlacionan muy bien con el material del suelo y aumentan con la profundidad. La densidad aparente es menor de 1 g/cc en los primeros horizontes debido al alto contenido de materia orgánica y entre 1 y 1.6 g/cc en los horizontes subsuperficiales.

La retención de humedad es moderada en los primeros horizontes, con valores que varían entre 15 y 28% y baja a muy baja en los horizontes inferiores, entre 3 y 12%.

Debido a los altos contenidos de materia orgánica en los primeros horizontes y a las texturas gruesas en los horizontes inferiores, los suelos presentan baja cohesión.

La estabilidad estructural del zural es alta en los dos primeros horizontes, con índices entre 3 y 4, lo cual permite buenas condiciones de aireación y movimiento del agua en el suelo, como también, alto grado de resistencia a la degradación.

Las texturas son de medias a gruesas (Tabla 2), el diámetro de las partículas aumenta a medida que se profundiza en el perfil. La velocidad de infiltración es rápida a muy rápida, lo cual correlaciona bien con las características anteriores (Figuras 3 y 4).

Génesis de los zurales

Los factores que más han incidido en la génesis de los zurales son el material de origen, el relieve (pendiente), el clima, la vegetación, la actividad biológica y el tiempo. Estos factores, según su intensidad, han permitido llegar a un mayor o menor grado de desarrollo en relación al tamaño, forma y densidad del zural.

La saturación o sobresaturación por agua durante largos períodos de tiempo ha hecho que los materiales del suelo permanezcan en un estado no consolidado y muchas veces las partículas más finas del suelo queden en suspensión y luego sean fácilmente transportadas por el agua de escorrentía.

Los diferentes cambios u oscilaciones en el nivel de las aguas, tanto externas como internas, hacen que periódicamente el material vegetal desaparezca, ya que se crea un ambiente anaeróbico que impide el desarrollo vegetal y biológico (Fotografía 6).

LA 1 Resultados de las características físicas de los suelos en Marandú-Vichada

Horizonte	Profundidad cm	Pendiente %	Granulometría %				Punto Saturación %	
			Arena	Limo	Arcilla	Textura		
mic tropéopt M - 7	A1	00 - 09	46 20	47 70	6 10	FA	79 9	
	A2	09 - 35	43 57	49 90	6 53	FL	52 2	
	A3	35 - 65	43 41	50 42	6 17	FL	39 4	
	Ac	65 - 75	1-3	53 03	42 98	3 99	FA	74 8
	Cg1	75 - 85		68 60	30 54	0 89	FA	23 2
	Cg2	85 - 92		69 14	30 14	0 72	FA	22 7
	Cg3	92 - X		97 79	1 66	0 55	A	31 2
mic opaquet M - 34	A1	00 - 15	41 92	48 08	10 00	F	105 3	
	A2	15 - 27	50 52	43 46	6 02	FA	47 6	
	ACg	27 - 35	1-3	55 82	40 17	4 01	FA	42 5
	Cg1	35 - 40		71 27	27 42	1 32	FA	16 3
	Cg2	40 - 55		80 22	18 98	0 80	AF	18 1
	Cg3	55 - 65		96 95	2 22	0 83	A	11 4

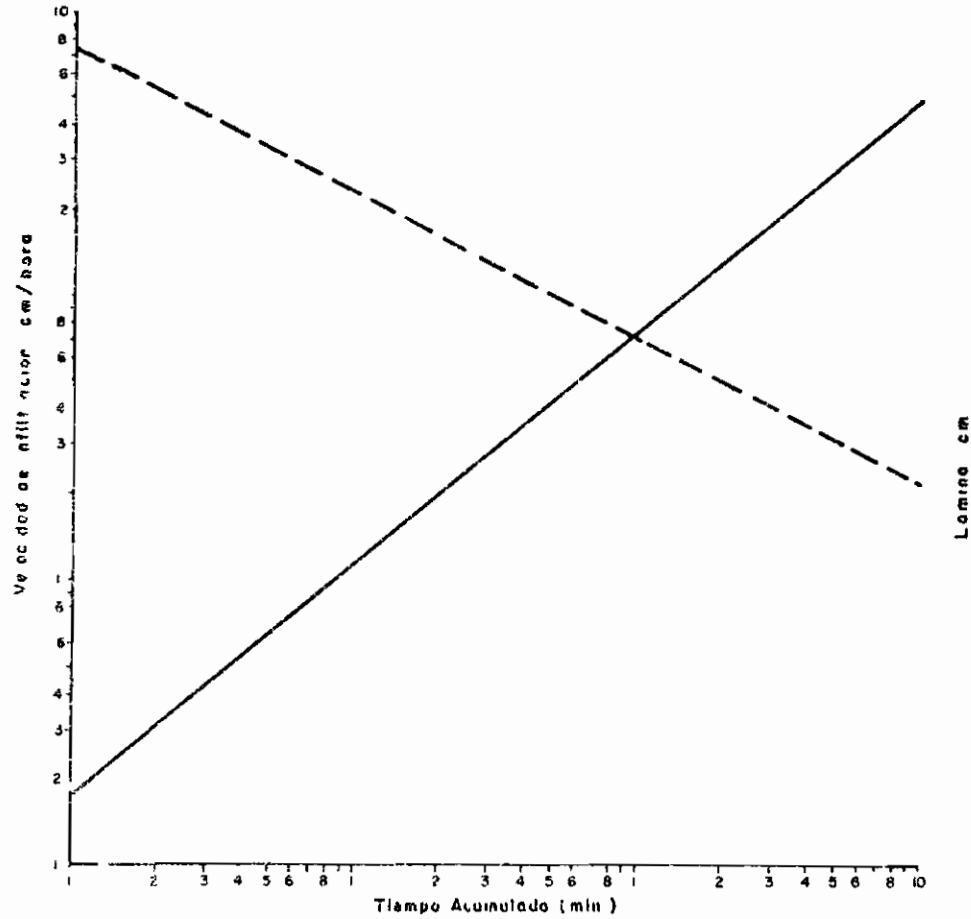
Horizonte	Profundidad cm	Pendiente %	Tensiones Bars						Humedad aprovechable	
			0 1	0 3	1	5	10	15		
mic tropéopt M - 7	A1	00 - 09	34 5	29 1	24 1	18 7	16 8	15 8	13 3	
	A2	09 - 35	32 0	26 8	22 2	17 2	15 5	14 5	12 3	
	A3	35 - 65	29 3	24 3	20 0	15 5	13 4	13 0	11 3	
	AC	65 - 75	1-3	10 1	8 5	7 1	5 5	4 9	4 6	3 9
	Cg1	75 - 85		6 8	5 7	4 8	3 7	3 3	3 1	2 6
	Cg2	85 - 92		6 1	5 1	4 3	3 3	3 0	2 8	2 3
	Cg3	92 - X		11 8	10 9	10 8	9 3	8 9	8 2	2 4
mic opaquet M - 34	A1	00 - 15	52 2	49 7	41 2	32 0	28 7	27 0	22 8	
	A2	15 - 27	31 1	20 0	21 5	16 7	15 0	14 0	12 0	
	ACg	27 - 35	1-3	21 6	18 1	15 0	11 7	10 5	9 8	8 3
	Cg1	35 - 40		10 7	9 0	7 5	5 8	5 2	4 9	3 7
	Cg2	40 - 55		6 3	5 3	4 4	3 4	3 1	1 6	2 0
	Cg3	55 - 65		5 2	4 4	3 6	2 8	2 5	4	2 7

Horizonte	Profundidad cm	Pendiente %	Densidad g/cc		Porcentaje			Límit Líquido	Límit Plástico	Índice Plástico	
			Real	Aparente	Mic. Macro	Total					
mic tropéopt M - 7	A1	00 - 09	2 51	0 90	77 7	36 6	63 3	NL	NP	NI	
	A2	09 - 35	2 49	0 99	20 6	33 7	60 2	NL	NP	NI	
	A3	35 - 65	2 52	1 12	27 2	24 4	55 5	NL	NP	NI	
	AC	65 - 75	1-3	2 53	1 18	10 1	43 7	54 4	NL	NP	NI
	Cg1	75 - 85		2 63	1 33	7 6	61 0	49 4	N	NP	N
	Cg2	85 - 92		2 64	1 48	7 6	36 1	43 9	NI	NP	NI
	Cg3	92 - X		2 64	1 52	16 6	25 8	42 4	NL	NP	NI
mic opaquet M - 34	A1	00 - 15	2 45	0 09	19 3	7 9	68 2	NL	NP	NI	
	A2	15 - 27	2 52	1 05	27 3	31 0	53 3	NL	NP	NI	
	ACg	27 - 35	1-3	2 59	1 30	23 6	6 2	49 8	NL	NP	NI
	Cg1	35 - 40		2 63	1 53	13 8	29 1	41 8	NL	NP	NI
	Cg2	40 - 55		2 61	1 55	9 7	30 8	45 6	NI	P	NI
	Cg3	55 - 95		2 62	1 40	3	39 3	4 6	NL	NP	NI

TABLA 2 Diámetro de las partículas de suelo (mm)

Taxonomía No Perfil	Profundidad cm	Horizonte	Tamaño de las partículas, mm							Total %			Clase Textural	
			2 0-1 0	1 0-0 5	0 5-0 25	0 25-0 1	0 1-0 05	0 05-0 02	0 02-0 002	<0 002	Arena 2 0-0 05	Limo 0 05-0 002		Arcilla <0 00
Aquic Dystrocept VM - 7	00 - 09	A1	-	0 92	7 15	19 41	18 72	32 90	14 80	6 10	46 20	47 70	6 10	FA
	09 - 35	A2	-	0 62	4 97	18 77	19 21	34 15	15 75	6 53	43 57	49 90	6 53	FL
	35 - 65	A3	0 02	0 64	4 67	19 15	18 93	35 90	15 23	6 17	47 41	50 42	6 17	FL
	65 - 75	AC		1 16	7 76	29 67	18 44	28 64	10 34	3 99	53 03	38 98	3 99	FA
	75 - 85	Cg1	0 16	3 27	14 48	33 86	16 83	22 98	7 53	0 89	68 60	30 51	0 89	FA
	85 - 92	Co2	0 12	3 50	19 38	35 28	10 86	19 58	10 56	0 72	69 14	30 14	0 72	FA
92 - X	Cg3	0 57	11 19	53 33	30 95	1 75	1 16	0 50	0 55	97 79	1 66	0 55	A	
Typic Tropaquept VM - 34	00 - 15	A1	-	0 47	3 72	18 85	18 88	31 79	16 29	10 00	41 92	48 08	10 00	F
	15 - 27	A2	0 04	0 93	6 27	24 15	19 13	31 03	12 43	6 02	50 52	43 46	6 02	FA
	27 - 35	ACg	0 07	1 57	7 96	27 80	18 42	29 96	10 21	4 01	55 82	40 17	4 01	FA
	35 - 40	Cg1	0 07	2 74	15 66	37 84	14 96	20 63	6 79	1 31	71 27	27 42	1 31	FA
	40 - 55	Co2	0 11	4 07	25 77	41 41	8 86	13 45	5 53	0 80	80 22	18 98	0 83	AF
	55 - 65	Cg3	0 77	11 63	55 19	27 88	1 48	1 90	0 32	0 83	96 95	2 22	0 83	A

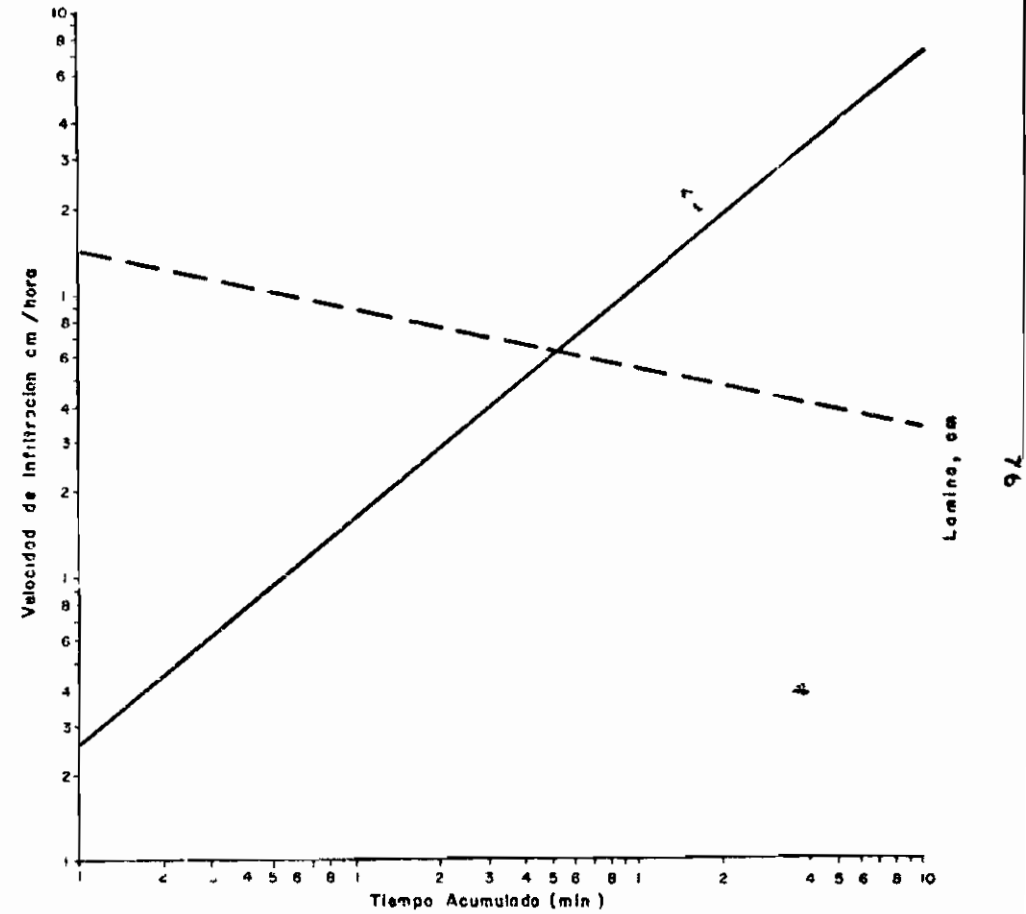
INFILTRACION BASICA 36.00 Cm /Hora



---- Infiltración Instantánea, $i = 1.70 + 0.820$ cm/hora
 — Infiltración Acumulada, $i = 83.64 + 0.18$, cm
 $r^2 = 0.997$

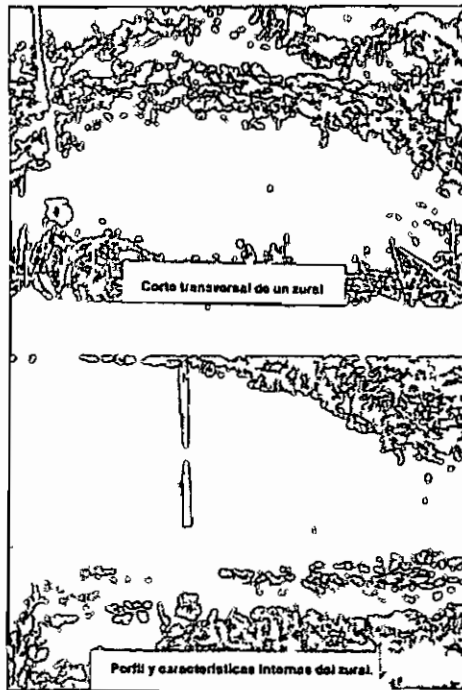
FIGURA 3 Velocidad de infiltración (cm/hora), e infiltración acumulada (cm) en los suelos afectados por zureales (escala logarítmica)

INFILTRACION BASICA 54.60 Cm /Hora

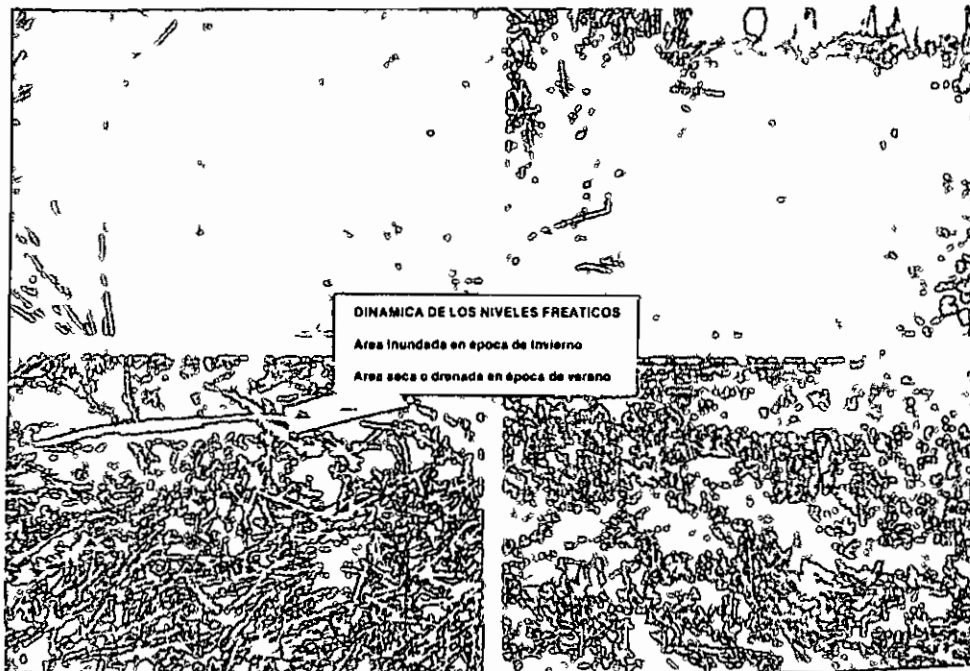


---- Infiltración Instantánea, $i = 2.76 + 0.810$ cm/hora
 — Infiltración Acumulada, $i = 1.342 + 0.190$, cm
 $r^2 = 0.996$

FIGURA 4 Velocidad de infiltración (cm/hora), e infiltración acumulada (cm) en los suelos afectados por zureales (escala logarítmica)



Fotografía 5 Vista de la morfología externa e interna de un zural Marandúa-Vichada



Fotografía 6 Oscilación del nivel freático en época de invierno y verano Marandúa-Vichada

Mecanismos de Formación de los Zurales

En las Figuras 5 y 6 se muestra la secuencia de las diferentes etapas en los ciclos de erosión que ocurren en la formación de los zurales. Esto se explica debido a que los suelos al estar sometidos a una sobresaturación por agua durante largos períodos de tiempo, entran en un estado poco consolidado, y quedan en suspensión. En tales circunstancias los efectos de la lenta circulación de las aguas lluvias y de escorrentía arrastran los materiales más finos del suelo.

En épocas de invierno se pierden principalmente los materiales finos del suelo, al finalizar las lluvias y bajar el nivel de las aguas de escorrentía, se produce el arrastre de las partículas tanto finas como gruesas de suelo y aún de microagregados poco consolidados. Este fenómeno que se repite cada año, crea menores limitaciones en la circulación de las aguas, profundiza las zanjás e inicia la socavación de la base de los montículos.

Cuando ya existe una diferencia entre el nivel de los montículos y el fondo de las zanjás, el agua queda estancada impidiendo el desarrollo de la vegetación, pero sirve como sitio de acumulación de los restos vegetales que más tarde, en la época de verano, comienzan a descomponerse para la formación de la materia orgánica (Fotografía 6).

Una vez iniciadas y avanzadas las diferentes etapas de los ciclos de erosión, ciertos organismos, especialmente la lombriz de tierra, se establecen en los sitios más altos de los montículos o zurales, dejando un alto porcentaje de deyecciones en la superficie de éstos.

USO Y MANEJO DE LOS ZURALES

Una vez realizadas las prácticas mecánicas de nivelación de zurales y construcción de canales, como se observa en la Fotografía 7, se llevaron a cabo las prácticas agronómicas con el establecimiento de cuatro cultivos (plátano, yuca, caña y arroz).

Las Fotografías 8 y 9 muestran los cultivos de yuca y plátano, que soportaron el exceso de agua pero en condiciones muy críticas por lo tanto, se puede decir que la zona no es recomendable para ningún tipo de cultivo, ya que los niveles de agua sobrepasan la superficie del suelo durante más de cinco meses y el nivel freático no baja de los 20 centímetros de la superficie del suelo entre 6 y 7 meses (Tabla 3 y Figura 7).

TABLA 3 Oscilación del nivel freático (m), en la Altillanara (cabecera del caño)

Año	Días de lectura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Spt	Oct	Nov
1984	15	-	-	0 62	0 72	-	-	-	-	-	-	-
	30	-	0 60	0 69	0 75	0 45	0 08	0 05	+0 08	+0 09	+0 08	+0 09
1985	15	-	0 76	0 76	0 76	0 03	0 02	+0 09	+0 15	-	-	-
	30	0 76	0 76	0 76	0 55	0 02	+0 04	+0 14	+0 10			

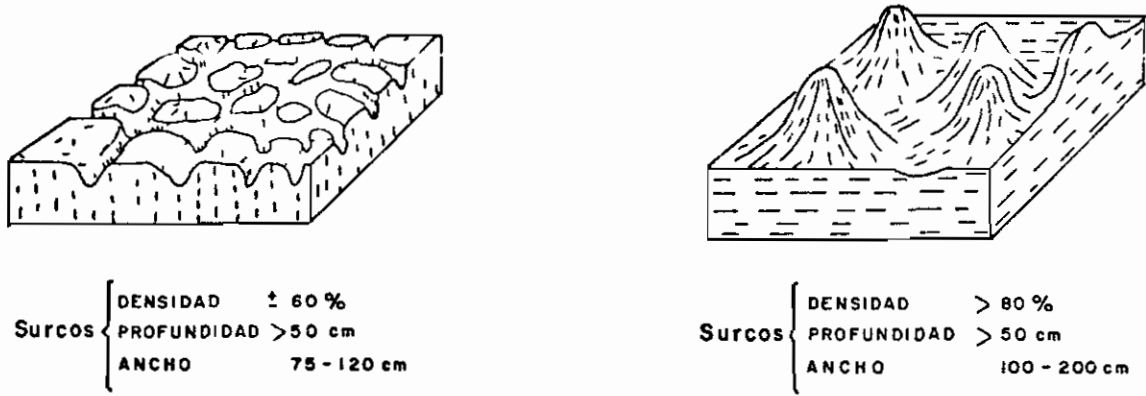


FIGURA 5 Secuencia de las diferentes etapas en los ciclos de la erosión reticular (Stagno y Steegmayer, 1972)

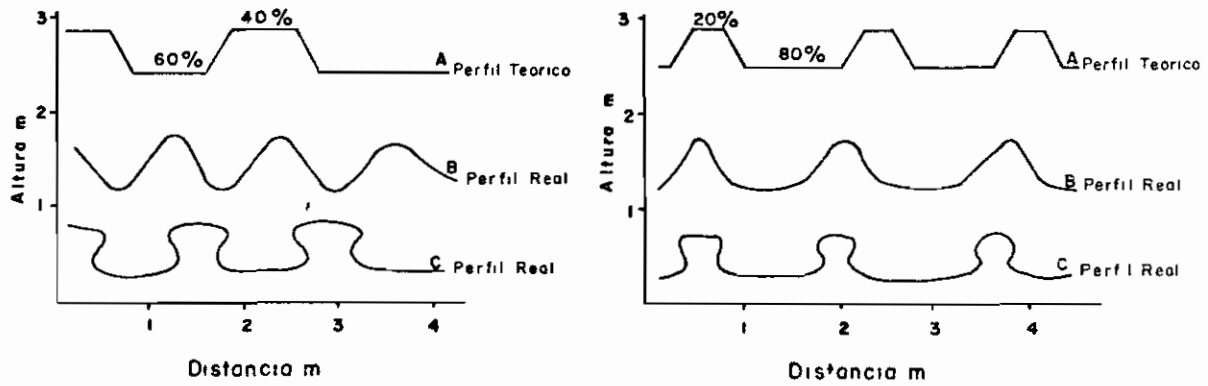
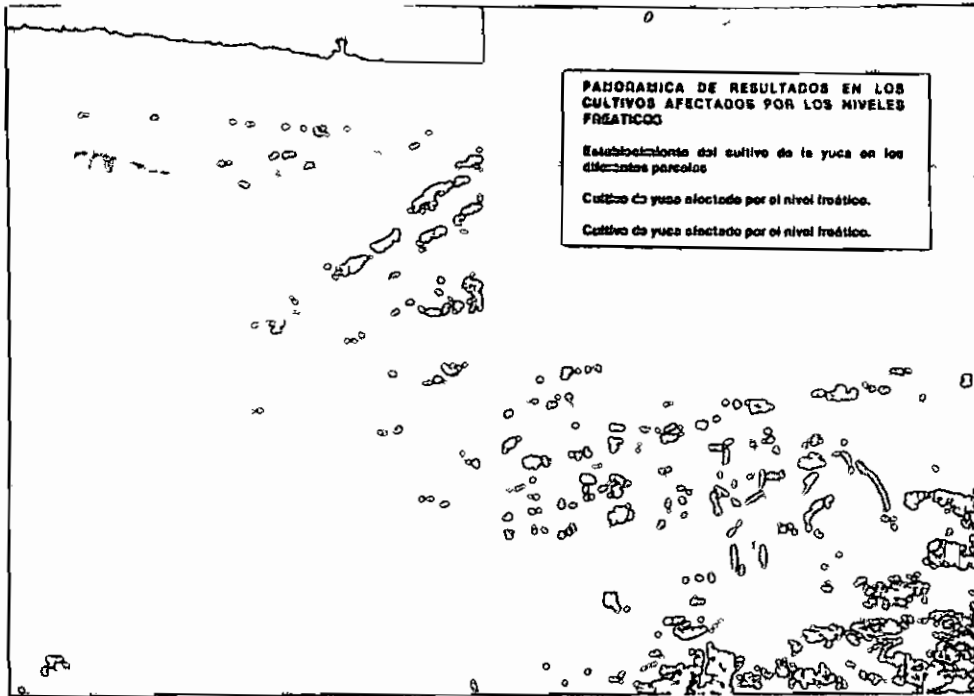
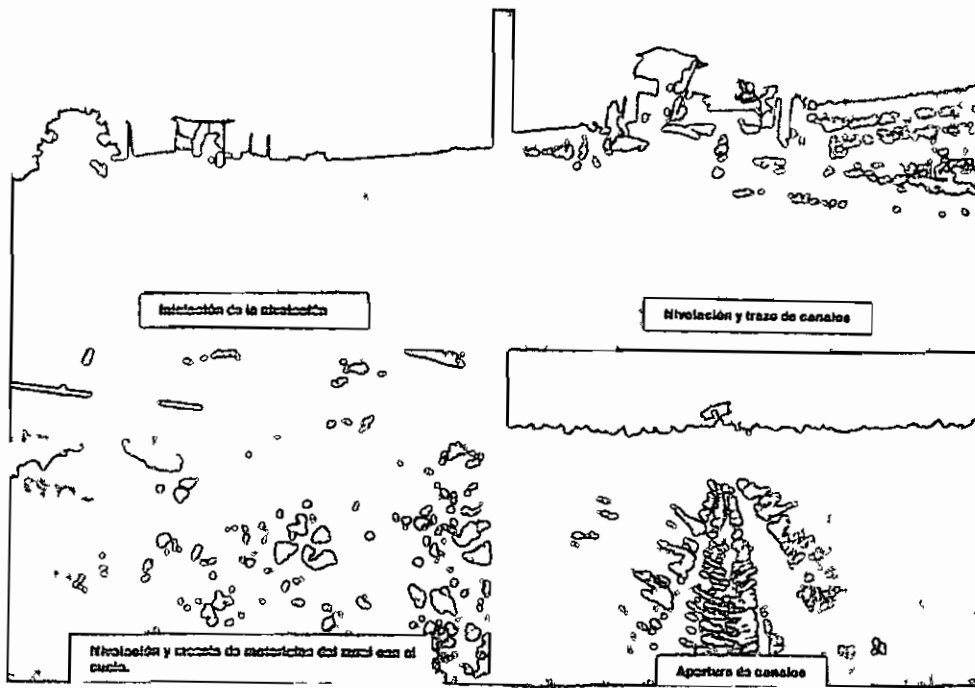


FIGURA 6 Esquema idealizado de las etapas en los diferentes ciclos de la erosión reticular (Stagno y Steegmayer, 1972)



Fotografía 7 Prácticas mecánicas para el uso de los suelos afectados por zulares Marandúa-Vichada



Fotografía 8 Prácticas agronómicas establecidas en la zona de estudio Marandúa-Vichada

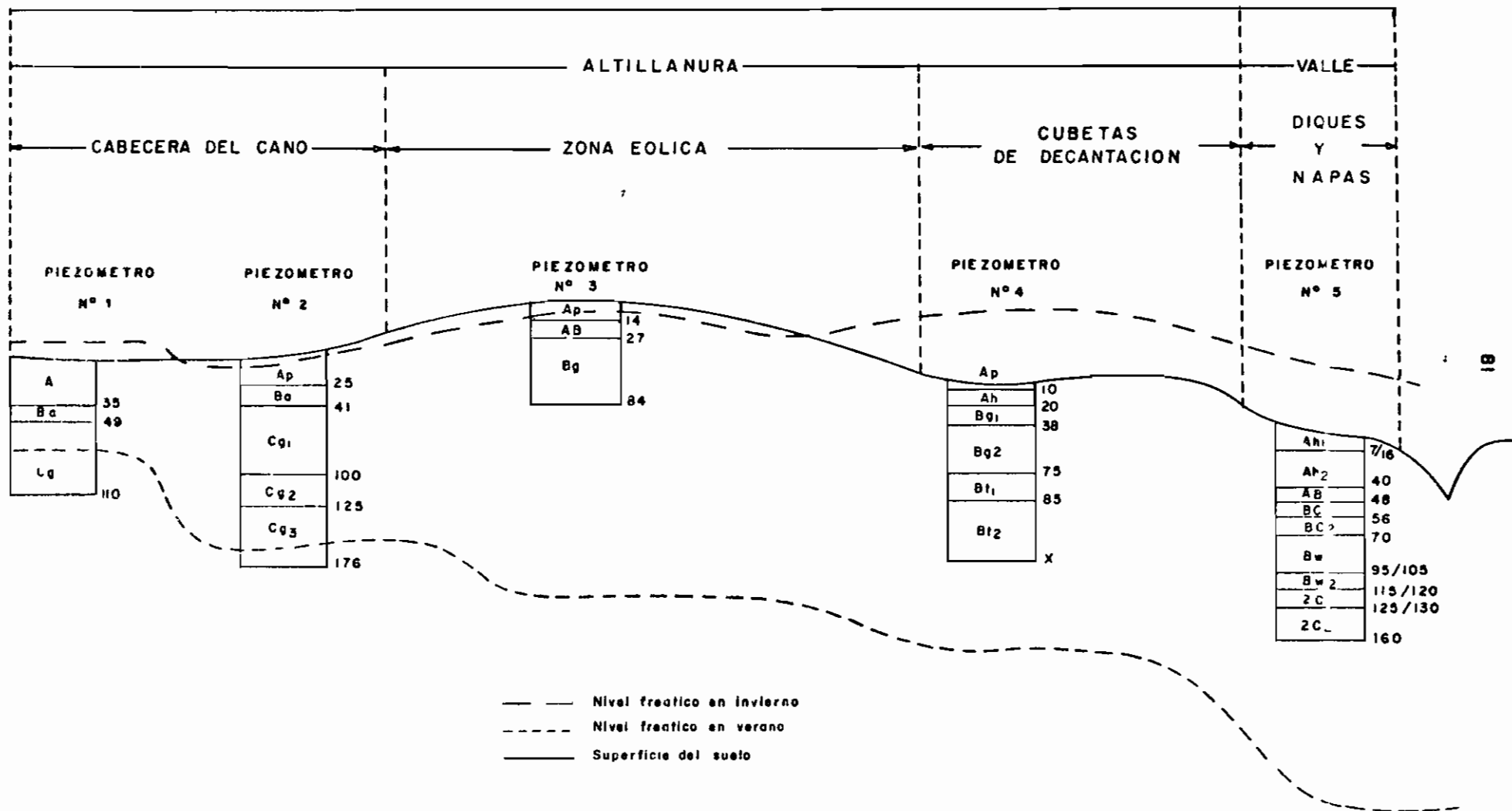
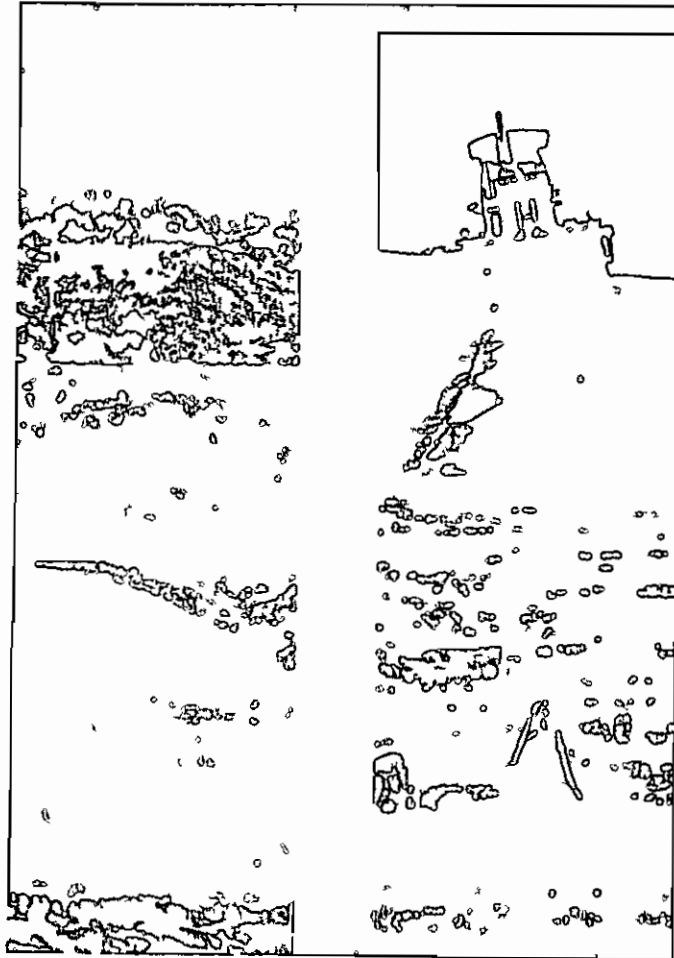


FIGURA 7 Esquema de la Oscilación del nivel freatico en epoca de invierno y verano en Marandúa - Vichada (Rodriguez T C, 1985)



Fotografía 9 Resumen de la evaluación de la vegetación, morfología del suelo, prácticas mecánicas y agronómicas en una zona afectada por zurales en Marandúa-Vichada

Se pudo observar que al destruir los montículos y esparcir el material sobre la superficie del suelo, este material resulta muy escaso, como consecuencia de esta práctica aumentan los procesos erosivos y disminuye la fertilidad de los suelos

La regeneración de los zurales es muy lenta ya que en los sitios donde se llevaron a cabo las diferentes prácticas mecánicas, no se han vuelto a formar después de dos años

En la zona afectada por zurales se recomienda sembrar pastos (gramíneas y leguminosas) resistentes a la humedad

En la Fotografía 9 se muestra, en resumen, la secuencia del diseño y tratamiento realizado sobre la génesis, uso y manejo de una zona afectada por zurales en Marandúa Vichada

CONCLUSIONES

- La génesis de los zurales se debe a una erosión reticular, acompañada de fenómenos de sofusión, los cuales son muy posibles en las Llanuras Aluviales
- Los factores climáticos o tectónicos, o ambos, han provocado un nuevo nivel de base
- El factor que más ha influido en su génesis es la alta y constante saturación del suelo
- La presencia de la vegetación es fundamental en el desarrollo de la erosión reticular
- La actividad de las lombrices sólo es complementaria
- La textura más gruesa debajo de capas más finas puede originar este tipo de formaciones
- El tiempo necesario para que se formen los zurales es de cientos o miles de años
- La aptitud más recomendable es la de gramíneas y leguminosas
- La recuperación de estos suelos con nivelación es muy costosa

RESUMEN

Los zurales o tatuco son formaciones que presentan un patrón reticular de montículos y zanjas que varían en densidad, espesor y profundidad

La importancia en los suelos aluviales en la Altillanura, principal de las cabeceras de los ríos donde los suelos permanecen encharcados durante largos períodos de año, estas condiciones de drenaje y de micro-relieve caracte

rístico, constituyen una limitante para el uso agrícola o pecuario de estas tierras

En este trabajo se presentan algunas teorías que explican el origen de los zurales y los resultados de algunas prácticas de manejo, que permiten dar alternativas para la incorporación de dichas áreas a la producción

BIBLIOGRAFIA

- KIJIEWSKE, J et al Estudio Agrológico Semidetallado del Sector Orope- Valde- rrama Zona sur del lago de Maracaibo, Venezuela 1967
- STAGNO, P y STEEGMAYER, P La erosión reticular en el sur del lago de Mara- caibo, Venezuela 1972
- GOOSEN, D Geomorfología de los Llanos Orientales Bogotá Separata de la Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 12 (46) 1964
- MALAGON, C D Modelos generales de evolución de suelos y su aplicación a la selección de criterios de evolución de los mismos (orientación a la región sur del lago de Maracaibo) 1980
- RODRIGUEZ, T C Oscilación del nivel freático en la Orinoquia Colombiana (Vichada y Arauca) Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi Subdirec- ción Agrológica 1985 (sin publicar)

BIBLIOTECA DE PECUARIA

OSCILACIONES DEL NIVEL FREÁTICO EN TRES AREAS PILOTO
DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA

INTRODUCCION

De las observaciones empíricas sobre inundaciones periódicas en los Llanos Orientales surgieron interrogantes acerca del comportamiento de la napa freática en una región tan importante como la Orinoquia Colombiana

El estudio realizado por la FAO (1963) y los estudios de reconocimiento de suelos adelantados por el IGAC en diferentes oportunidades, exponen algunas apreciaciones generales acerca del nivel freático

Los anteriores trabajos, a pesar de suministrar importante información, no resuelven ciertos problemas relacionados con este tema. Por esta razón se hizo un seguimiento del nivel freático mediante pozos instalados por el IGAC en sitios representativos de dicha región, durante 1 - 1 1/2 años

Con el presente trabajo se pretende lograr entre otros los siguientes objetivos

- 1) Conocer la variación del nivel freático en posiciones geomorfológicas representativas de la Orinoquia Colombiana, durante los periodos seco, lluvioso y transicional
- 2) Determinar las causas de dichas variaciones y observar las relaciones entre el comportamiento del nivel freático y las propiedades físicas de los suelos
- 3) Ayudar a entidades ejecutoras en la planeación de las explotaciones agropecuarias, ya sea bajo condiciones naturales o con una infraestructura de control del agua

METODOLOGIA

La realización de la presente investigación comprende trabajos de campo, de laboratorio y de oficina

Trabajo de Campo

- 1) Las áreas fueron seleccionadas de acuerdo con estudios semidetallados de suelos, realizados por el IGAC en Marandúa, Caravo Norte y Arauca
- 2) Los pozos se instalaron en posiciones geomorfológicas representativas
- 3) Se tomaron lecturas con una frecuencia quincenal por espacio de un año y medio en Marandua y Cravo Norte y de un año en Arauca. Las observaciones se interrumpieron en algunas ocasiones debido al difícil acceso a la zona
- 4) Se recolectaron muestras de los perfiles correspondientes a los suelos donde fueron instalados los pozos, con el fin de conocer sus propiedades físicas

Trabajo de laboratorio y oficina

Para las diferentes determinaciones de laboratorio se siguió la metodología establecida en "Metodos Analíticos del Laboratorio de Suelos" (IGAC, 1979)

En el laboratorio se determinó textura, humedad a diferentes tensiones, densidades real y aparente y porosidad

La textura se determinó por el método de la pipeta (Destrucción de la materia orgánica con H₂O₂ y dispersión con hexametáfosfato y carbonato de sodio)

La densidad real se calculó mediante el método del picnómetro

La densidad aparente se calculó mediante el método del cilindro

Para la porosidad total se hizo el cálculo teniendo en cuenta la densidad real y la densidad aparente, a partir de la fórmula

$$P = 1 - \frac{D_a}{D_r} \times 100$$

donde

Da = densidad aparente

Dr = densidad real

La microporosidad se calculó multiplicando la humedad equivalente por la densidad aparente y por el porcentaje de tierra fina (menor de 2 mm)

$$M_{\mu} = H_e \times D_a \times \% \text{ tierra fina}$$

La macroporosidad corresponde a la diferencia entre la porosidad total y la microporosidad

Retención de humedad Los puntos 0.1 y 0.3 bars, se determinaron mediante la olla de presión y los puntos 1.0, 5.0, 10.0 y 15.0 bars se obtuvieron con los platos o membrana

Humedad aprovechable Se calculó como el contenido de agua entre 0.3 y 15 bars

Los balances hídricos y los balances de agua en el suelo se calcularon según Thornthwaite, la oscilación del nivel freático según el método del piezómetro

LOCALIZACION

Se seleccionaron tres áreas piloto (Figura 1), situadas una en la Orinoquia bien drenada (Marandúa) y dos en la mal drenada (Cravo Norte y Arauca) Las siguientes son las coordenadas geográficas

Marandúa, entre los 4 y 5° de Latitud Norte, 69 y 70° de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich La altitud varía entre 75 y 130 metros

Cravo Norte, a 6°18' de Latitud Norte y a 70°12' de Longitud Oeste de Greenwich La altitud está alrededor de 180 m

Arauca, a 7°05' de Latitud Norte y 70°45' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich y altitud de 125 m



FIGURA 1 Localización de las tres Areas Piloto

CLIMA

Varios aspectos climaticos que tienen estrecha relación con la evaluación del nivel freático, se comentan a continuación temperatura, precipitación, balances hídricos, probabilidad de ocurrencia y periodo de retorno de las lluvias

Temperatura

Marandúa ofrece una temperatura promedio anual que oscila entre 26 y 27°C. Estos promedios en la época seca (diciembre a marzo) frecuentemente son superiores a 28°C y en el período húmedo, sobre todo entre marzo y octubre, el promedio se sitúa entre 25 y 26°C.

En Arauca y Cravo Norte se observan promedios que varían entre 26 y 28°C. En estos sitios los promedios tanto en la época húmeda como en la seca son ligeramente superiores a los de Marandúa, así 26°C para el período lluvioso y alrededor de 30°C para la época seca.

Precipitación

En la Figura 2 se presentan los datos registrados en las estaciones de Puerto Carneño, El Tuparro y El Tapón, para la región de Marandúa. En ellas se observa que la distribución de las lluvias es muy similar a la estación de El Tapón registra una precipitación promedio anual de 2 393 mm, con promedios mensuales que llegan a 401,5 mm en el mes de mayor pluviosidad para descender a 16,4 mm en el mes de mayor sequía, estas condiciones son las que más se ajustan a Marandúa.

La Figura 3, muestra la distribución pluviométrica en la estación del aeropuerto de Arauca, representativa de las regiones de Cravo Norte y Arauca. En ella se observa una precipitación promedio anual de 1 588,3 mm, con promedios mensuales de 262 mm para el mes más lluvioso y de 81 mm para el más seco.

Balances hídricos

Región de Marandúa. El balance hídrico que aparece en la tabla 1 y Figura 4, fué calculado teniendo en cuenta los registros meteorológicos, provenientes de la estación El Tapón. La Figura 4 permite ver un período nudo de comportamiento entre abril y septiembre, uno seco que comienza en octubre

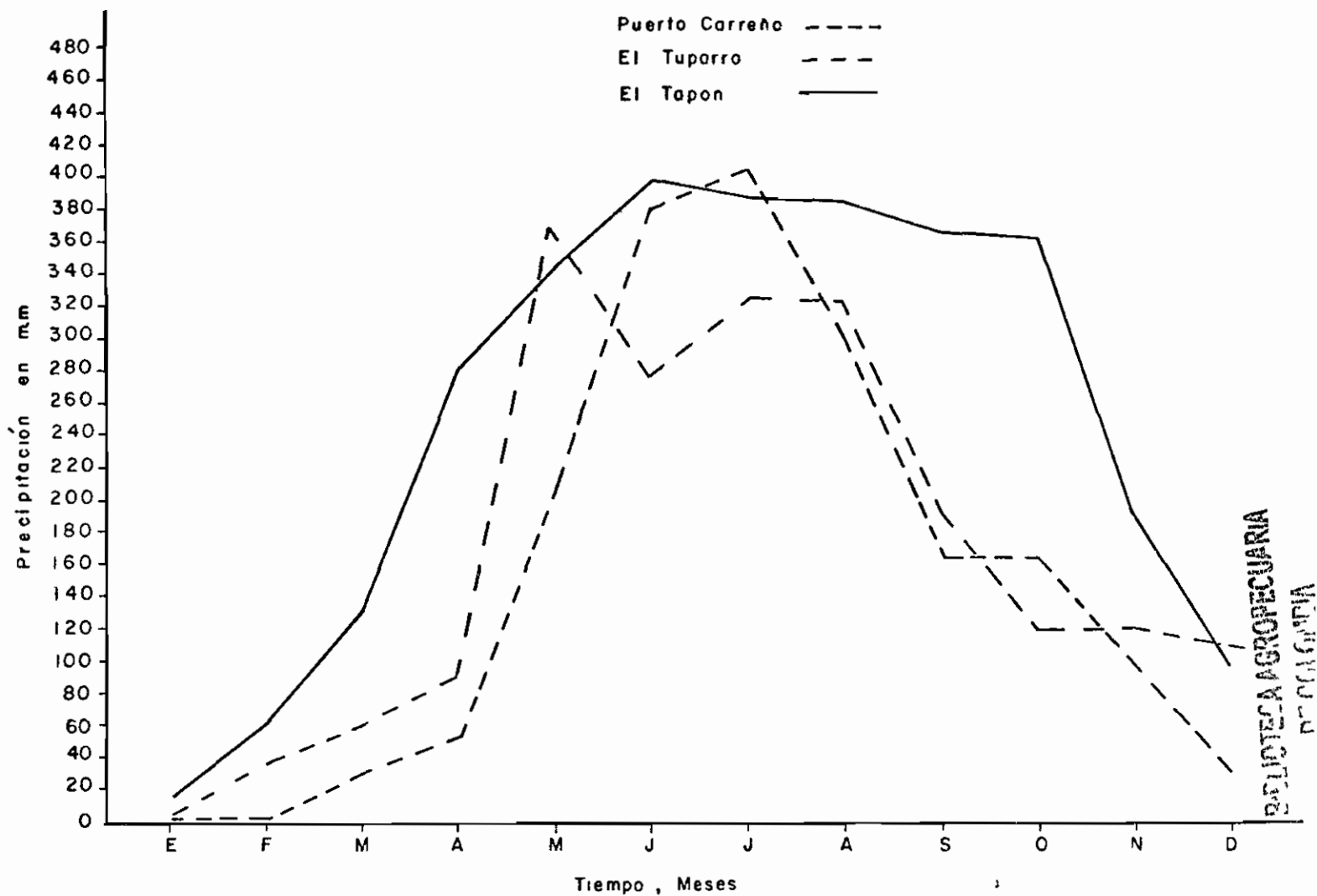


FIGURA 2 Precipitación promedio mensual en mm en las estaciones de Puerto Carreño, el Tuparro y El Tapon Marandúa Vichada

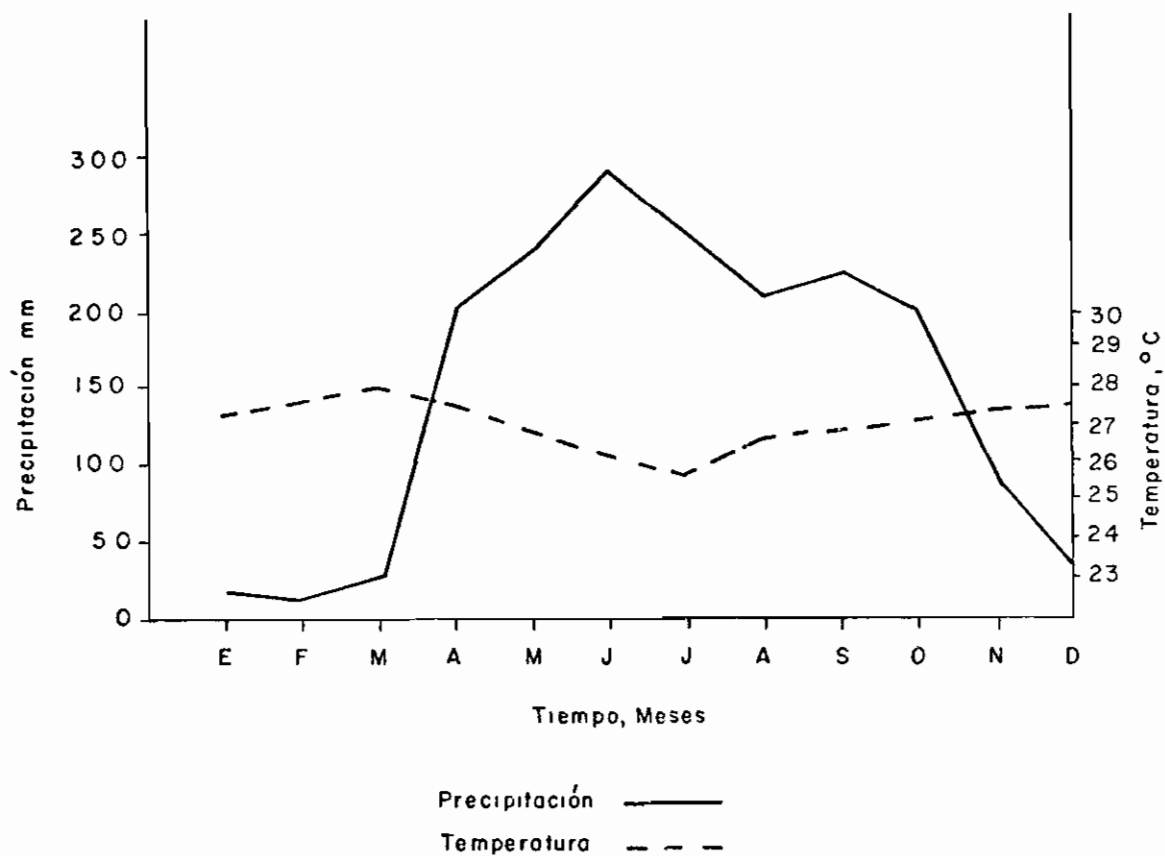


FIGURA 3 Precipitación promedio mensual en mm y temperatura en °C de la Estación del Aeropuerto de Arauca (Arauca)

TABLA 1 Balance hídrico región Marandúa (Estación El Tapón)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
Precipitación efectiva (PE-60)	16 0	29 7	52 6	108 5	226 5	251 0	211 2	205 1	133 5	114 0	86 4	56 7
Evapotranspiración (Etp)	139 6	114	141 6	135 0	127 2	115 3	114 4	114 4	118 1	123 6	131 0	136 0
Exceso					99 3	135 74	96 8	90 7	15 4			
Déficit	123 7	115 3	89 0	26 4						9 7	44 5	79 3

TABLA 2 Balance hídrico región de Arauca y Cravo Norte (Estación Aeropuerto Arauca)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
Precipitación efectiva (PE-60)	4 9	7 7	16 7	82 1	129 4	163 7	157 4	136 4	104 4	88 1	47 2	14 9
Evapotranspiración (Etp)	137 0	144 0	148 0	137 0	135 0	127 5	126 0	132 0	135 0	136 0	137 0	137 0
Exceso						36 2	31 4	4 4				
Déficit	132 1	136 3	131 4	54 9	5 6				30 60	47 92	89 78	122 0

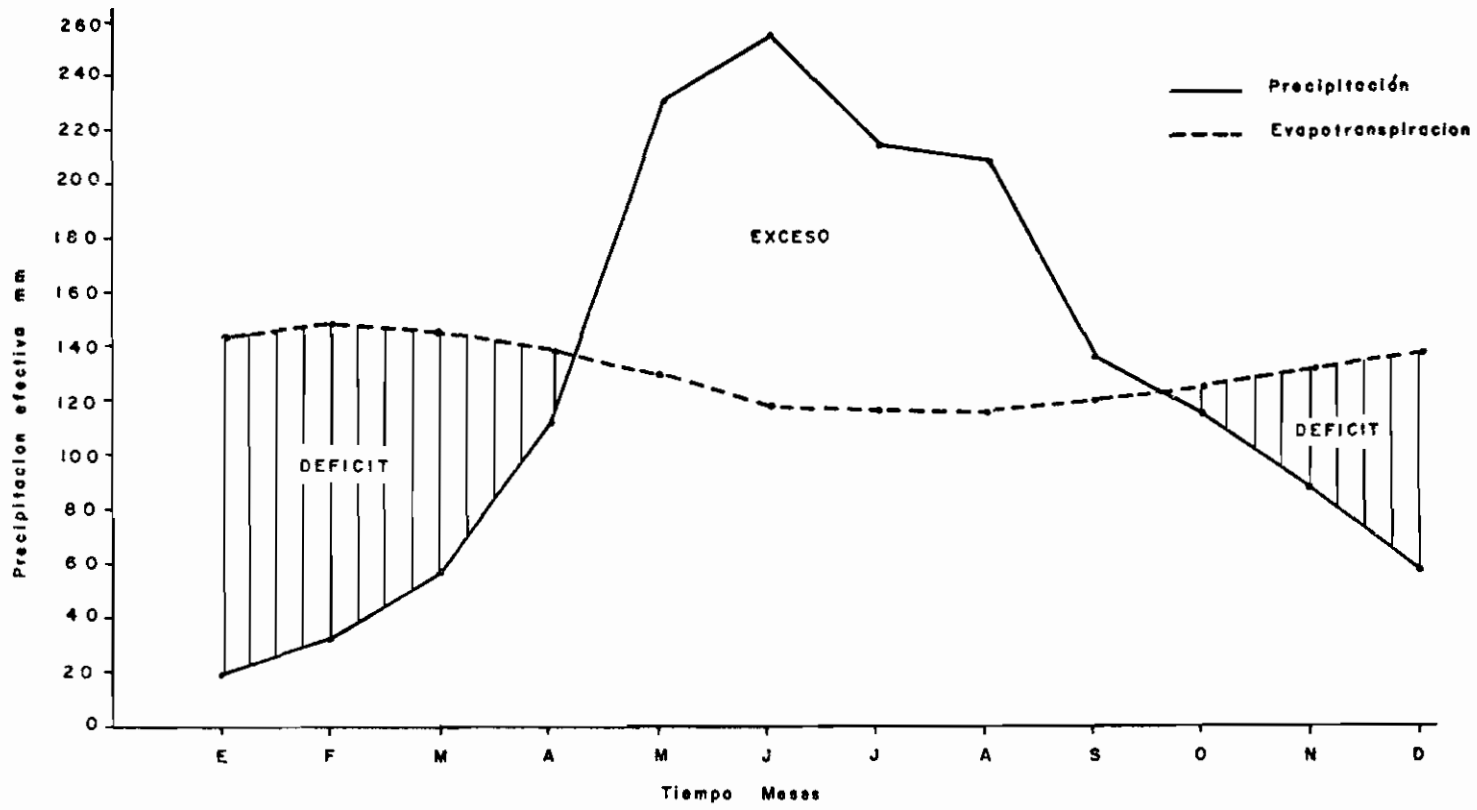


FIGURA 4 Balance Hídrico de la región de Marandúa Estación El Tapón

y se prolonga hasta el mes de marzo

Región de Cravo Norte y Arauca El balance hídrico para estas dos zonas fué calculado con base en la estación meteorológica del aeropuerto de Arauca

La Tabla 2 y Figura 5 permiten ver un período muy seco que se inicia a mediados de agosto y se prolonga hasta fines de abril. El período húmedo, menos amplio e intenso, comienza en mayo y termina en agosto

Balance de agua en los suelos

Región de Marandúa La Tabla 3 contiene las cifras de humedad del suelo, las cuales muestran buena correlación con el balance hídrico, así la disminución de humedad comienza en octubre y se prolonga hasta abril y el período de exceso de agua va de mayo a septiembre. Nótese que los mayores contenidos de humedad del suelo corresponden a los meses de junio, julio y agosto. Las aguas de inundación y encharcamiento modifican profundamente la anterior evaluación, sobre todo en los suelos de esteros y cubetas (partes bajas)

Región de Cravo Norte La baja capacidad de almacenamiento de agua (7 12 mm) del suelo de duna, perfil A-10, permite que se llegue rápidamente al punto de marchitez en la época seca y a la saturación en el período húmedo. Por lo tanto, al relacionar la capacidad de almacenamiento de agua con los períodos climáticos, se observa un exceso durante los meses más lluviosos (mayo, junio y julio) y un estaco deficitario durante el resto del año (Tabla 4)

En los suelos localizados en los planos con cobertura eólica y cubetas de deflación, representados por los perfiles A-8 y A-9a, con capacidad de almacenamiento de 59 79 y 87 69 mm respectivamente, en teoría hay déficit durante todo el año ya que no es posible cubrir la capacidad almacenadora de estos suelos con la precipitación de la región. Sin embargo, las inundaciones y encharcamientos durante el período húmedo, hacen variar en esta época la anterior apreciación, presentándose por lo tanto exceso y no carencia de humedad

Región de Arauca Como se puede ver en la Tabla 5 los suelos de esta región tienen igual comportamiento que los de Cravo Norte. Los suelos localizados en bancos y cubetas de decantación, perfiles A-1 y A-7, tienen baja capacidad almacenadora de agua 10 90 y 28 67 mm respectivamente y muestran un exceso de humedad durante el período húmedo, (junio-agosto) y un déficit durante el período seco (septiembre a mayo)

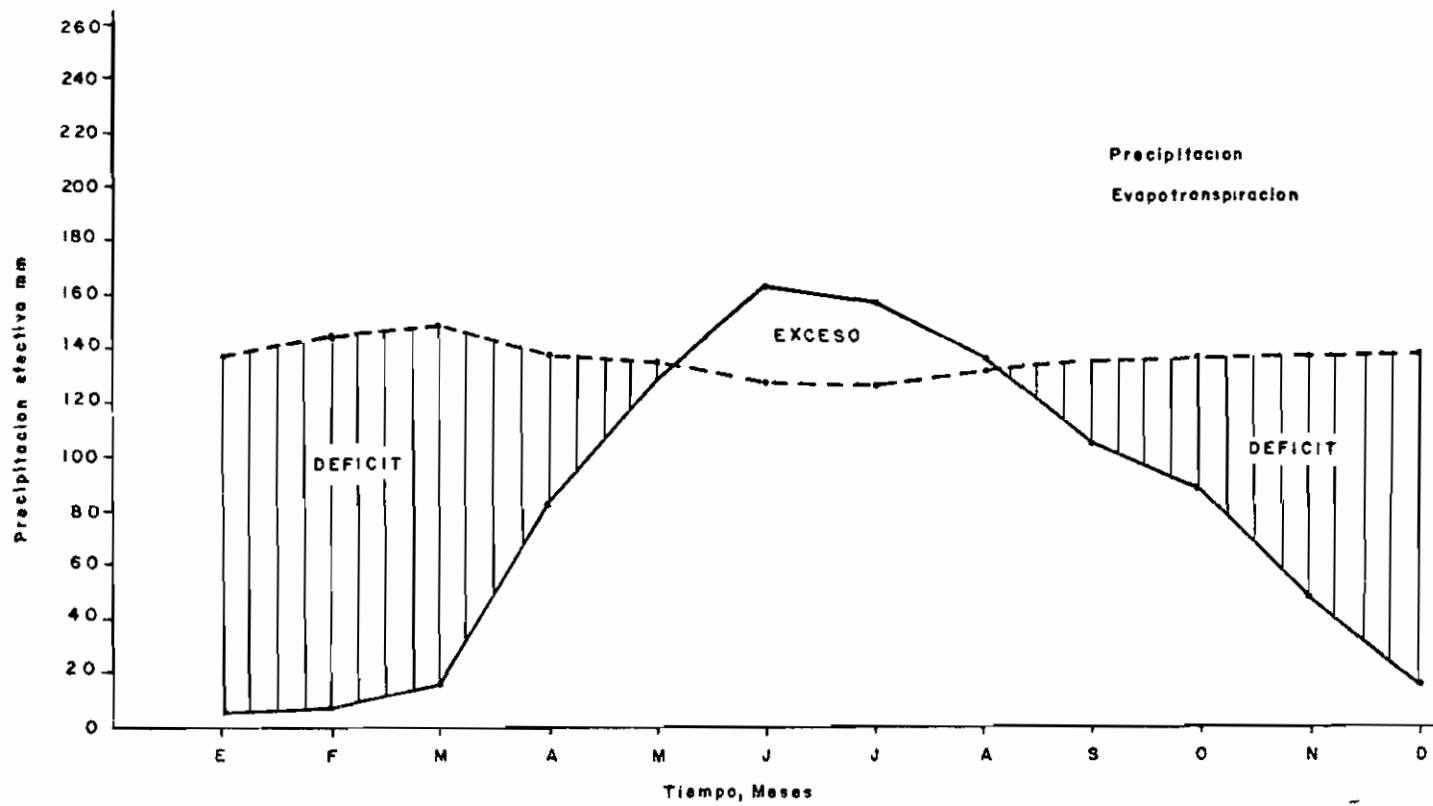


FIGURA 5 Balance Hídrico de la región de Arauca y Cravo Norte Estación Aeropuerto de Arauca

ANEXO 3 Balance de agua en los Su los de Marandá

Nº Perfil Fozo	Capacidad de Almacen (mm)		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sept	Oct	Nov	Dic
V-34 1	69 31	Almac real (mm)	00	00	00	00	69 31	69 31	69 31	69 31	69 31	69 59	15 05	00
		exceso					35 99	135 74	96 8	90 68	15 4			
		déficit	69 31	69 31	69 31	69 31							9 72	54 26
V-6 2	24 99	Almac real (mm)	00	00	00	00	24 99	24 99	24 99	24 99	24 99	15 27	00	00
		exceso					74 31	135 74	76 8	90 68	15 4			
		déficit	24 99	24 99	24 99	24 99							9 72	24 99
V-1 3	17 1	Almac real (mm)	00	00	00	00	17 1	17 1	17 1	17 1	17 1	7 38	00	00
		exceso					87 2	135 74	96 8	90 68	15 4			
		déficit	17 1	17 1	17 1	17 1							9 72	17 1
V-5 4	30 4	Almac real (mm)	00	00	00	00	30 4	30 4	30 4	30 4	30 4	20 68	00	00
		exceso					68 9	135 74	96 8	90 68	15 4			
		déficit	30 4	30 4	30 4	30 4							9 72	30 4
V-4 5	61	Almac real (mm)	00	00	00	00	61 4	61 4	61 4	61 4	61 4	51 68	7 14	00
		exceso					37 9	135 74	96 8	90 68	15 4			
		déficit	61 4	61 4	61 4	61 4							9 72	54 26

Balance de agua en los Suelos de Cravo Norte

Código	Cantidad (mm)	Eno	Fe	M	Ab	May	J	J	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic
	Almac real (mm)	00	00	00	00	00	36 24	67 68	77 06	41 46	00	00	00
7-9	87 69	exceso											
1	déficit	87 69	87 69	87 69	87 69	87 69	51 45	70 01	15 63	46 23	87 69	87 69	87 69
	Almac real (mm)	00 60	00	00	00	00	7 12	7 12	7 12	00	00	00	00
7-10	7 12	exceso					79 12	31 44	4 38				
2	déficit	7 12	7 12	7 12	7 12	7 12				7 12	7 12	7 12	7 12
	Acumulac real (mm)	00	00	00	00	00	36 24	32 44	4 38	00	00	00	00
7-8	59 79	exceso											
3	déficit	59 79	59 79	59 79	59 79	59 79	23 55	28 35	55 41	59 79	59 79	59 79	59 79

Balance de agua en los Suelos adyacentes a ciudad de Arauca

Código	Cantidad (mm)	Eno	Fe	M	Ab	May	J	J	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic
	Almac real (mm)	00	00	00	00	00	10 90	10 90	10 90	00	00	00	00
A-1	10 90	exceso					25 34	31 44	4 38				
1	déficit	10 90	10 90	10 90	10 90	10 90				10 90	10 90	10 90	10 90
	Almac real (mm)	00	00	00	00	00	36 24	31 44	35 02	5 22	00	00	00
7-5	67 04	exceso											
2	déficit	67 04	67 04	67 04	67 04	67 04	30 5	37 6	31 22	61 02	67 04	67 04	67 04
	Almac real (mm)	00	00	00	00	00	28 67	28 67	28 67	00	00	00	00
7-7	28 67	exceso					7 57	31 44	4 38				
	déficit	28 67	28 67	28 67	28 67	28 67				28 67	28 67	28 67	28 67

El perfil 4-5, localizado en los ejes de explayamiento muestra un déficit de humedad a través de todo el año, ya que teóricamente no es posible superar su capacidad almacenadora de 67 04 mm en ninguno de los meses

La evaluación de la capacidad de retención de humedad se hizo teniendo en cuenta solamente la capacidad almacenadora de los suelos y los registros pluviométricos. Como en la época lluviosa hay grandes acumulaciones de agua por inundaciones (que no se pudieron medir), los datos del balance de agua reflejan estrictamente sólo el comportamiento del suelo en la época seca

Probabilidades de ocurrencia y período de retorno de las lluvias

La probabilidad de ocurrencia de las lluvias en Marandúa, Arauca y Cravo Norte, está relacionada con la intensidad de la precipitación promedio mensual, tal como se observa en la Tabla 6

Con relación a Marandúa se aprecia que las lluvias superiores a 300 mm tienen un porcentaje de ocurrencia menor de 15%, para las lluvias comprendidas entre 300 y 250 mm la probabilidad de ocurrencia varía entre 15 y 50%. La mayor probabilidad de ocurrencia la presentan las lluvias inferiores a 236 mm, con un porcentaje comprendido entre el 50 y 92

En lo que respecta a Arauca y Cravo Norte la menor probabilidad de ocurrencia la presentan las lluvias mayores de 175 mm, con 3%. Aquellas lluvias que varían entre 193 y 145 mm, tienen una probabilidad de ocurrencia de 6 a 51%. Esta probabilidad aumenta a un porcentaje de 53 a 86, para las lluvias comprendidas entre 143 y 101 mm. La mayor probabilidad de ocurrencia la ofrecen las lluvias comprendidas entre 56 y 12 mm, con un porcentaje de 89 a 97

Los períodos de retorno o frecuencia de las lluvias máximas anuales para Marandúa, Arauca y Cravo Norte, aparecen registrados en la Tabla 7

En Marandúa la frecuencia o período de retorno de las lluvias máximas para un año es de 75 mm, para dos años de 110 mm, para cinco años de 151 mm y para 10 años de 170 mm

En Arauca y Cravo Norte la frecuencia de las lluvias máximas anuales ofrece alguna diferencia con relación a la región anterior, -

*BLA 6 Probabilidad de ocurrencia de lluvias promedio mensual en Marandúa, Arauca y Cravo Norte

Año	Precipitación promedia mensual total en mm	Año	Precipitación promedio mensual de mayor a menor	No Orden	Probabilidad de ocurrencia en %
M A R A N D U A					
1972	303 83	1972	303 83	1	7 14
1973	223 26	1977	300 15	2	14 28
1974	201 00	1978	271 95	3	21 42
1975	267 60	1975	267 60	4	28 57
1976	250 88	1981	255 19	5	33 33
1977	300 15	1980	252 65	6	42 85
1978	271 95	1976	250 88	7	50 00
1979	223 68	1982	236 40	8	57 14
1980	252 65	1983	229 36	9	64 28
1981	255 19	1984	228 60	10	71 42
1982	236 40	1979	223 68	11	78 57
1983	229 36	1973	223 26	12	85 71
1984	228 60	1974	209 00	13	92 85
A R A U C A Y C R A V O N O R T E					
1945	110 70	1961	194 77	1	2 85
1946	43 60	1960	192 60	2	5 71
1947	114 21	1959	178 46	3	8 57
1948	124 39	1983	178 21	4	11 42
1949	118 93	1954	174 80	5	14 28
1950	112 96	1956	168 97	6	17 14
1951	158 00	1972	166 82	7	20 00
1952	145 44	1981	163 85	8	22 85
1953	159 95	1958	161 65	9	25 71
1954	174 80	1976	161 60	10	28 57
1956	168 97	1953	159 95	11	31 42
1957	137 85	1951	158 00	12	34 28
1958	161 65	1967	157 47	13	37 14
1959	178 46	1970	156 30	14	40 00
1960	192 60	1979	152 06	15	42 85
1961	194 77	1969	149 56	16	45 71
1963	11 65	1977	148 19	17	48 57
1964	56 16	1952	145 44	18	51 42
1967	157 47	1982	143 13	19	54 28
1968	21 87	1957	137 85	20	57 14
1969	149 56	1980	130 92	21	60 00
1970	156 30	1948	124 39	22	62 85
1971	117 71	1949	118 93	23	65 71
1972	166 82	1971	117 71	24	68 57
1973	106 83	1974	115 69	25	71 42
1974	115 69	1947	114 21	26	74 28
1975	101 48	1950	112 96	27	77 14
1976	161 60	1945	110 70	28	80 00
1977	148 19	1973	106 83	29	82 85
1979	152 06	1975	101 48	30	85 71
1980	130 92	1964	56 16	31	88 57
1981	163 85	1946	43 60	32	91 42
1982	143 13	1968	20 87	33	94 28
1983	178 21	1963	11 65	34	97 14

*TABLA 7 Período de retorno de las lluvias máximas anuales en Marandúa, Arauca y Cravo Norte

Año	Precipitación máxima mensual en mm	Año	Precipitación máxima mensual ordenada	N. Orden	Período de Retorno años
M A R A N D U A -					
1972	124 7	1972	174 7	1	13 00
1973	88 9	1976	166 2	2	6 50
1974	74 5	1978	144 1	3	4 33
1975	113 9	1979	130 0	4	3 25
1976	166 2	1981	114 6	5	2 60
1977	93 5	1975	113 9	6	2 16
1978	144 1	1984	105 8	7	1 85
1979	130 0	1980	105 0	8	1 62
1980	105 0	1977	93 5	9	1 44
1981	114 6	1983	89 5	10	1 30
1982	89 1	1982	89 1	11	1 18
1983	89 5	1973	88 9	12	1 08
1984	105 8	1974	74 5	13	1 00
A R A U C A Y C R A V O N O R T E					
1945	99 5	1979	223 0	1	31 00
1946	25 0	1950	190 5	2	15 50
1947	72 5	1972	187 1	3	10 33
1948	180 0	1948	180 0	4	7 75
1949	121 2	1981	137 8	5	6 20
1950	190 5	1982	136 0	6	5 16
1951	102 9	1952	126 2	7	4 42
1952	126 2	1949	121 2	8	3 87
1953	83 5	1959	110 0	9	3 44
1954	83 1	1951	102 9	10	3 10
1956	99 0	1967	101 0	11	2 81
1957	82 0	1945	99 5	12	2 58
1958	80 0	1956	99 0	13	2 38
1959	110 0	1983	90 5	14	2 21
1960	48 7	1970	90 0	15	2 06
1961	55 0	1974	87 0	16	1 93
1963	73 5	1973	86 0	17	1 82
1964	55 0	1953	83 5	18	1 72
1967	101 0	1954	83 1	19	1 62
1968	40 0	1957	82 0	20	1 55
1969	82 0	1969	82 0	20	1 55
1970	90 0	1958	80 0	21	1 47
1971	62 0	1977	80 0	21	1 47
1972	187 1	1980	74 4	22	1 40
1973	86 0	1963	73 5	23	1 34
1974	87 0	1947	72 5	24	1 29
1975	70 0	1976	72 0	25	1 24
1976	72 0	1975	70 0	26	1 19
1977	80 0	1971	62 0	27	1 14
1979	223 0	1964	55 0	28	1 10
1980	74 4	1961	55 0	28	1 10
1981	137 6	1960	48 7	29	1 06
1982	136 0	1968	40 0	30	1 03
1983	90 5	1946	25 0	31	1 00

así para un año es de 25 mm, para dos años de 37 mm, para 5 años de 132 mm, para 10 años de 186 mm y para 15 años de 190 mm

Como conclusión, se puede decir que en las diferentes regiones estudiadas, las lluvias de menor intensidad se presentan con más frecuencia que las de mayor intensidad

La probabilidad de ocurrencia de las lluvias promedias anuales y la frecuencia con la cual se presentan las lluvias máximas anuales, explican en un momento dado la posición y oscilación del nivel freático, tanto en los períodos secos como húmedos

UBICACION DE LOS POZOS EN EL PAISAJE

La Figura 6 muestra un corte esquemático de las diferentes unidades geomorfológicas que se tuvieron en cuenta para la instalación de los pozos en las tres regiones estudiadas así

Marandúa Se observan dos grandes paisajes en esta región la altillanura y los valles

En la altillanura se hicieron cuatro pozos distribuidos en las siguientes formas del terreno Los pozos 1 y 2 en cabeza de caños, don de los suelos se caracterizan por apreciables contenidos de materiales orgánicos en superficie y arenas en profundidad El pozo 3 en la cobertura eólica, considerada la parte mas alta del área estudiada y que se caracteriza por abundantes contenidos de arena y el pozo 4 en las cubetas de decantación que presentan relieve cóncavo y contenidos proporcionales de arenas, limos y arcillas

En los valles (napas de explayamiento), se hizo el pozo 5 Esta área es plana y tiene predominio de arcillas

Cravo Norte La planicie aluvial subcreciente con cobertura eólica, determina el paisaje de esta región, la cual comprende varias formas del terreno. Solamente en tres unidades geomorfológicas se hicieron pozos así el número 1 en las cubetas de deflaxión o áreas depresionales, ricas en arcillas El número 2 en las dunas o acumulaciones de arena, el pozo 3 en los planos con cobertura eólica, que tienen predominio de limo en superficie y de arcillas en profundidad

BIBLIOTECA AGRICOLA
F. C. C. P. A.

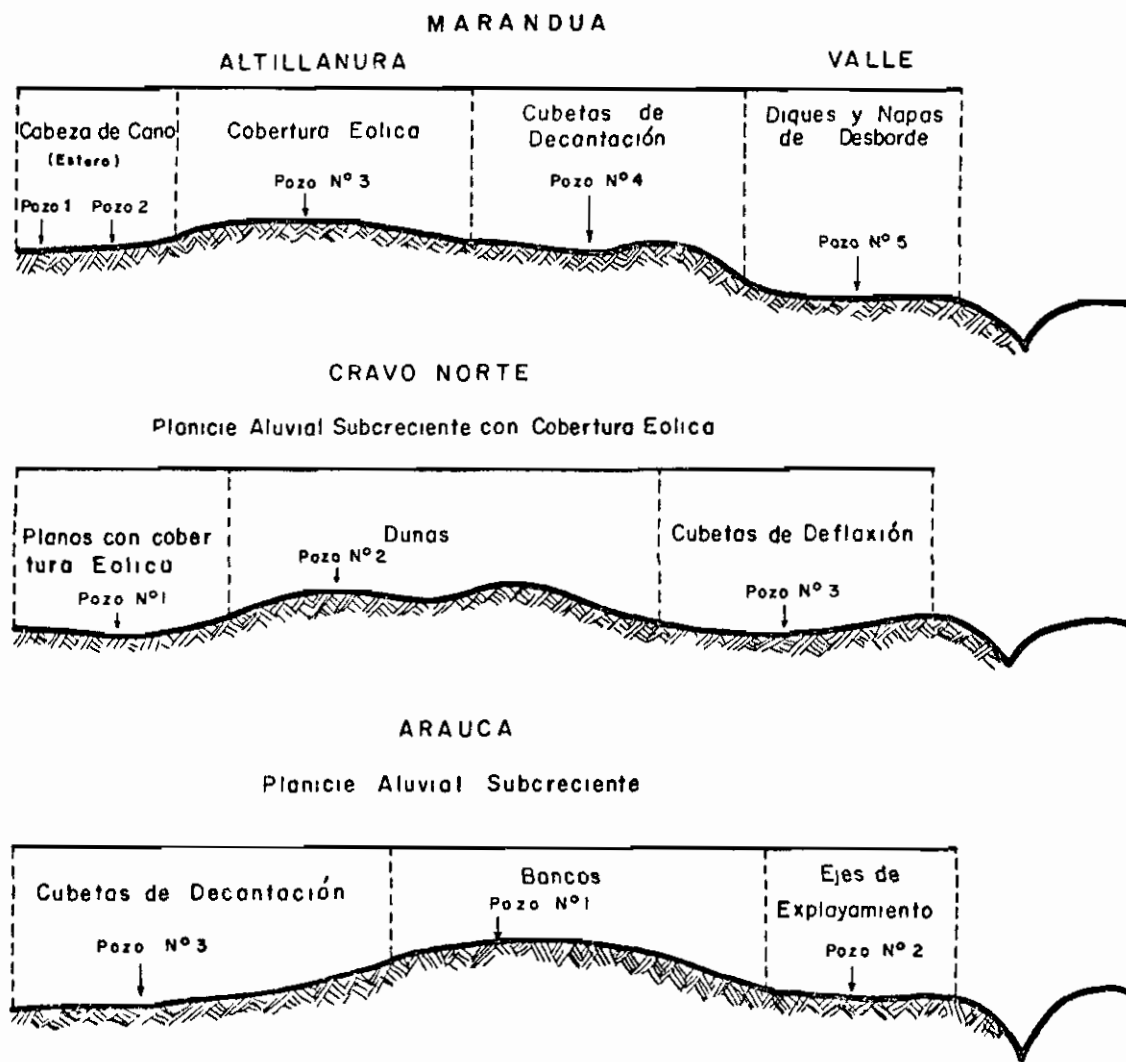


FIGURA 6 Ubicación de los pozos en el paisaje

Arauca El área estudiada hace parte de la planicie aluvial subreciente. El pozo 1 fue hecho en los bancos o dunas, que son superficies de relieve ligeramente convexo, conformadas por acumulaciones de arenas. En los ejes de explayamiento se hizo el pozo 2 y en las cubetas de decantación el pozo 3. Estas dos últimas posiciones corresponden a zonas de acumulación, ligeramente cóncavas, donde predominan los materiales finos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Propiedades Físicas

Se discuten a continuación algunas propiedades físicas de los suelos que tienen relación con las variaciones del nivel freático: estructura, color, características éstas observadas en el campo (Tabla 8), granulometría, densidades aparente y real y humedades a diferentes tensiones, determinadas en el laboratorio (Tablas 9, 10 y 11).

MARANDUA

Estructura

Como se puede apreciar los primeros horizontes muestran unos, estructura en bloques subangulares y otros estructura granular, de tamaño medio y fino, débil a moderadamente desarrollados, las capas profundas carecen de estructura.

Las características descritas permiten asegurar un movimiento del agua menos restringido en superficie que en profundidad.

Color

Se observa en la mayoría de los horizontes del suelo predominio de colores grisáceos, lo cual pone de manifiesto la influencia del nivel freático con su amplio movimiento. Las condiciones reductoras, que se manifiestan por las manchas amarillo rojizas, rojo amarillentas, rojo oliváceas, sobre todo en los horizontes situados en profundidad, reflejan la mayor permanencia de la napa freática a estos niveles.

La tabla 9 y las figuras 7, 8, 9, 10 y 11 contemplan varios

TABLA 8 Propiedades físicas descritas en el campo Marandúa, Cravo Norte y Arauca

Conjunto No del perfil y taxonomía	Horizon	Profundidad cm	Tipo	Estructura Clase	Grado	Color		Drenaje			
						Matriz		Manchas	Externo	Interno	Natural
						Húmedo	Seco				
M A R A N D U A											
EXPEDICION VM-34	A	00-35	ba	m	deb	N					
Arenosa silicea	Bg	35-49	gr s	-	-	Go		1	1	pant	
Typic Tropaquept	Cg	49-110	gr s	-	-	Gcl		Ra			
VM-6	Ap	00-25	gran	f	deb	N					
Franca gruesa silicea	Bg	25-41	bs	f	mod	G Go					
Typic Tropaquept	Cg1	41-100	gr s	-	-	Gcl					
	Cg2	100-125	mas	-	-	Gcl		Ar			
	Cgv	125-176	mas	-	-	G-Gcl		Ro			
M A R A N D U A											
EXPEDICION VM-1	Ap	00-14	bs	m	mod	Pgmo					
Franca gruesa silicea	AB	14-27	bs	m	mod	Pf		Pgmo	1	med	
Quartzipsammentic	Bol	27-84	bs	m	deb	Ar				b dr	
Haplustox											
VM-5	Ap	00-10	bs	m-gr	deb	Pgmo					
Franca fina caolinitica	Ah	10-20	bs	m	deb	Go					
Plinthic Tropaquept	Bg1	20-35/40	bs	m	deb	Gro			1	m l	
	Bg2	35/40-70/80	mas	-	-	Pg		Ra Ar		m pobr dr	
	Bt1	70/80-95/105	mas	-	-	G-Gcl		RyAp			
	Bt2	95/105-160	mas	-	-	-					
VM-4	Ah1	00-7/10	gran	m	mod	Pmo					
Franca fina silicea	Ah2	7/10-40	bsyba	m-gr	mod	Gmo					
Typic Dystropept	AB	40-48	bs	m	deb	Gmo		Pf			
	Bc1	48-56	bs	f	deb	Pg		Gcl y Pf	1	med	
	Bc2	56-70	mas	-	-	Gpcl		Ro		pobr dr	
	Bw1	70-95/105	mas	-	-	G-Gcl		R			
	Bw2	95/105-115/120	mas	-	-	Ap		Olcl y Ra			
	2C1	115/120-125/130	mas	-	-	Ap		Golcl			
	2C2	125/130-160	gr s	-	-	-					
C R A V O N O R T E											
INDIO	Ap	00-15	gran	f m	mod	Pmo	Go				
A-9a	A	15-40	bs	m	mod	Po	Go				
Umbric Tropaquept	Bt1	40-60/65	bsypris	m-gr	fte	P-Go	G	Pa	m l	m l	
	Bt2	60/65-105	bs	m-gr	deb	Gcl	B	R			
	Bt3	105-130/135	pris	gr	fte	Gcl		R			
	C	130/135-150X	pris	gr	mod	Gcl		A y R			
SA UCO	Ah	00-10	bs	m	mod	N	Gmo				
A-8	AE	10-20	bs	m	mod	P		N			
Franco fino	E	20-40	bs	gr	deb	Gcl		R	m l	med-1	
Oxic plintaquilt	Bten1	40-80	bs	f	deb	Gcl				pobr dr	
	Bten2	80-150X	bs	m	deb	B					
CRAVO	Ah	00-12	gr s	-	-	Pgmo					
A-10	C1	12-75	gr s	-	-	Pa	Pacl	Gmo			
Ustic Quartzipsamment	C2	75-110	gr s	-	-	Pa	Pacl		rap	rap	
	C3	110-130X	gr s	-	-	P*	Ar			Exc	

TABLA 8 Propiedades físicas descritas en el campo Parandúa Cravo Norte y Arauca (Continuación)

Conjunto No del perfil v taxonomía	Horizont	Profundidad cm	Estructura			Color			Drenaje		
			Tipo	Clase	Grado	Alfizo húmedo	Alfizo seco	Manchas	Externo	Interno	Natural
A R A U C A											
GRIMONERO A-1 Ustic Quartzipsamment	O	05-00	bs	m-gr	m deb	Pr					
	Ap	00-26	gr s	-	-	P-Po					
	AC	26-66	gr s	-	-	Pao					
	C1	66-94	gr s	-	-	Pao	Po		rap	rap	Exc
	C2	94-128	gr s	-	-	Pa	Ao y Ppl				
Cnc	128-155X	gr s	-	-	-						
VENERO A-7 Typic Tropaqualf	Ap	00-15	gr s	-	-	Go	G				
	BE	15-31	mas	-	-	Pg	B	Pao			
	BEcn	31-42	bs	f	deb	G	Pr	Gcl	m l	m l	pobr dr
	Bt	42-68	Col	gr	fte	Pao		Pf			
	Cg1	68-220	mas	-	-	Pao		Gcl			
Cg2	220-X	mas	-	-	-						
MATAPALITO A-5 Typic Tropaquilt	Ap	00-20	mas	-	-	Pgno	G-Gcl	Pa			
	BE	20-40	bs	gr	mod	Pg	G-Gcl	Pa			
	Bt1cn	40-75	bs	gr	mod	Pg		R	l	med	poor dr
	Bt2cn	75-113	bs	gr	deb	G-Gmcl		Ra			
	2C1	113-139	gr s	-	-	Pa		Pa			
2C2	139-150	gr s	-	-	G-Gcl		Gno				

CONVENCIONES

ESTRUCTURA

Tipo

pris - prismático
col - columnar
ba - bloque angular
bs - bloque subangular
gran - granular

Grado

m deb - muy débil
deb - débil
mod - moderada
fte - fuerte

Clase

f - fina
m - media
gr - gruesa
mgr - muy gruesa

Sin estructura

mas - masiva
gr s - grano suelto

COLOR

Nota: el primer color se debe escribir con mayúscula y los siguientes con minúscula
ejemplo

N Negro	Ao - Amarillo oscuro
A Amarillo	Ar - Amarillo rojizo
G Gris	Ap - Amarillo parduzco
R Rojo	Pg - Pardo grisáceo
B Flanco	Pao - Pardo amarillento oscuro
P pardo	Pmo - Pardo muy oscuro
Go gris oscuro	Ppl - Pardo pálido
Gcl gris claro	Pgmo - Pardo grisáceo muy oscuro
Rpl rojo pálido	Pacl - Pardo amarillento claro
Pr pardo rojizo	Ra - Rojo amarillento
Pa pardo amarillento	Golcl - Gris oliva claro
Pf pardo fuerte	
Gro gris rojizo oscuro	
Gcl gris claro	

DRENAJE DEL SUELO

Externo

m l - muy lento
l - lento
rap - rápido

Interno

m l - muy lento
l - lento
med - medio
rap - rápido

Natural

pent - pantanoso
m pobr dr - muy pobremente drenado
pobr dr - pobremente drenado
b dr - bien drenado
exc - excesivo

TABLE 9 Propiedades físicas de los suelos Masandón

Posición Geomorfología	No Perfil Taxonomía	Horizonte	Profundidad	Granulometría				Densidad g/cc		Porosidad %			Retención Humedad(%) a diferentes tensiones (bars)					Humedad aprovechable %		
				Arena	Limo	Arcilla	Text	Real	Aparente	Micro	Macro	Total	SAT	0.1	0.3	1	5		10	15
Cabeza de Cañas (Esteros)	Vh-34 Typic Tropeaquept	A	00-35	41.92	48.08	10.00	F	2.48	0.79	30.04	34.11	68.15	105.31	59.20	48.16	41.17	32.01	28.72	26.17	21.99
		Bg	3-49	71.27	27.42	1.31	AF	2.63	1.3	12.44	29.39	41.93	2.52	10.68	8.13	7.45	5.80	5.20	4.42	3.71
		Cy	49-110	96.95	2.22	0.83	A	2.62	1.40	1.41	45.15	46.6	21.89	3.99	3.36	7.9	2.17	1.95	1.83	1.53
	Vh-6 Typic Tropeaquept	Ap	00-25	53.61	41.03	5.36	FA	2.55	1.01	16.1	44.27	60.39	61.83	23.29	15.96	16.26	12.65	11.35	8.67	7.29
		Bg	25-41	66.15	28.92	4.03	FA	2.60	1.15	8.75	47.02	55.77	47.37	13.89	7.61	9.69	7.53	6.76	4.13	3.48
		Cg1	41-100	86.53	8.84	4.63	AF	2.61	1.39	2.88	43.86	46.74	36.22	7.09	2.07	4.97	3.87	3.48	1.13	0.94
Cg2		100-125	75.89	16.87	7.24	FA	2.62	1.52	13.86	28.12	41.98	26.67	12.01	9.12	8.39	6.53	5.86	4.96	4.6	
Cobertura edáfica	Vh-1 Quartzipsamentic Haplustox	Ao	0-14	76.00	16.00	8.00	FA	2.52	1.42	13.08	30.57	43.65	43.13	11.50	5.61	8.03	6.25	5.6	3.0	2.56
		A3	14-27	12.00	16.00	10.00	FA	2.5	1.39	13.54	31.74	45.28	43.77	11.17	5.16	7.79	6.06	5.44	2.80	6
		Bu1	27-84	58.00	26.00	16.00	FA	2.55	1.57	16.05	22.38	38.43	45.74	13.99	7.98	9.78	7.62	6.84	4.35	3.63
Cubetas de decantación	Vh- Plinth o Tropeaquilt	Ap	00-10	50.81	44.66	4.53	FA	2.54	1.22	17.88	34.09	51.97	46.30	19.80	14.66	13.83	10.76	9.66	7.97	6.69
		Ah	10-20	47.14	47.66	5.22	FA	2.59	1.34	18.50	29.76	48.26	39.80	18.11	13.81	12.64	9.64	8.83	7.51	6.30
		Bg1	20-35/40	48.05	44.80	7.15	F	2.61	1.40	13.72	32.64	46.36	26.29	12.57	9.80	8.78	6.84	6.14	5.33	4.47
		Bg2	35/40-70/80	48.83	36.13	15.04	F	2.62	1.40	12.45	34.11	46.56	37.59	13.46	8.89	9.40	7.31	6.56	4.83	5.07
		Dt1	70/80-145/105	54.80	24.75	20.45	FArA	2.62	1.43	13.57	31.8	45.42	32.57	13.21	9.49	9.22	7.18	6.44	5.6	4.33
		st2	95/105-160	75.22	14.64	10.14	A	2.62	1.45	18.62	26.04	44.66	24.07	15.6	12.84	10.76	8.36	7.50	6.98	5.66
Mapas de Explayamiento	Vh-4 Typic Dystrypept	Ah1	0-7/10	16.75	53.48	29.77	FArL	2.46	0.84	34.25	31.00	65.85	76.29	49.86	41.13	34.44	26.74	23.99	22.35	18.78
		Ah2	7/10-40	12.28	30.74	56.98	Ar	2.49	0.80	27.78	40.09	67.87	59.18	42.29	34.73	28.98	22.48	20.1	18.88	15.85
		AB	40-48	29.49	32.70	38.21	FAr	2.52	0.96	24.34	37.56	61.90	46.25	30.74	25.36	21.11	16.46	14.77	13.78	11.58
		Bc1	48-56	35.33	33.58	31.09	FAr	2.56	1.22	22.18	30.16	52.34	32.82	22.24	18.18	15.20	11.79	10.58	9.88	8.30
		Bc2	56-70	38.06	33.05	28.89	FAr	2.57	1.33	21.27	26.98	48.25	26.63	19.54	15.99	13.34	10.34	9.27	8.69	7.30
		Bw1	70-95/105	45.03	29.17	25.80	F	2.62	1.45	20.62	24.04	44.66	28.54	17.30	14.22	12.00	9.33	8.37	7.3	6.49
		Bw2	95/105-115/120	49.75	6.47	23.78	FArA	2.65	1.50	21.74	21.6	43.40	30.75	17.73	14.49	12.33	9.59	8.0	7.89	6.61
		2C1	115/120-125/130	42	23.01	17.57	FA	2.64	1.2	19.15	23.27	42.42	35.62	16.43	12.60	11.46	8.92	8.00	6.85	5.75
2C2	125/130-160	80.33	12.25	7.42	AF	2.62	1.49	17.10	26.03	43.13	36.13	15.49	11.48	10.61	8.41	7.55	6.24	5.24		

TABLE 10 Propiedades físicas de los suelos en Cravo Norte

Posición Geomorfología	No Perfil Taxonomía	Horizonte	Profundidad	Granulometría				Densidad g/cc		Porosidad %			Retención Humedad(%) a diferentes tensiones (bars)					Humedad aprovechable %		
				Arena	Limo	Arcilla	Text	Real	Aparente	Micro	Macro	Total	SAT	0.1	0.3	1	5		10	15
Cubetas de Deflación	A-9a INDIO Umbric Tropeaquilt	Ap	00-15	7.75	24.78	67.47	Ar	2.40	1.20	41.15	8.85	50.00	75.61	42.21	34.29	29.35	22.82	20.48	18.63	15.66
		A	15-40	6.77	24.96	68.27	Ar	2.51	1.25	43.36	6.64	50.00	62.36	42.07	34.69	28.99	22.50	20.16	18.85	15.64
		Bc1	40-60/65	11.66	23.82	64.2	Ar	2.62	1.43	44.43	1.09	45.51	44.54	38.33	31.07	25.95	20.08	17.99	16.88	14.19
		Bc2	60/65-105	39.74	36.81	23.45	F	2.63	1.41	17.34	29.03	46.38	41.45	17.00	12.30	11.86	9.23	8.28	6.68	5.2
		Bc3	105-130/135	41.92	32.64	25.44	F	2.64	1.61	22.50	16.50	39.04	28.70	17.05	13.98	11.83	9.19	8.24	7.59	6.39
		C	30-135-150x	12.57	37.31	50.12	Ar	2.68	1.62	37.47	2.08	39.55	35.43	26.94	23.13	20.09	16.48	15.14	14.38	8.75
Fajas con coque de carbón	A-8 SAMUCO Cxic Plinth quilt	Ah	00-10	13.25	80.79	5.96	L	2.61	1.28	32.21	18.74	50.95	35.78	33.09	25.17	21.28	16.35	14.61	13.7	11.50
		AE	10-20	11.82	79.90	8.28	L	2.59	1.37	34.66	12.44	47.10	40.00	31.29	25.30	21.15	16.36	14.66	13.75	11.55
		E	20-40	8.35	74.65	17.00	FL	2.71	1.58	39.97	2.02	4.00	42.00	21.69	17.29	15.11	11.75	10.55	9	8.9
		Btcn1	40-80	6.53	52.58	40.89	ArL	2.63	1.67	30.82	6.7	36.59	37.50	22.49	18.46	15.60	12.1	8.8	8.03	6.3
		Btcn2	80-150x	10.67	38.93	50.40	Ar	2.65	1.54	38.36	3.52	41.88	32.19	41.68	24.91	21.58	16.32	14.53	13.53	11.38
Linas longitudinales	A-10 Uetic Quia trip- amant	Ah	00-12	87.77	7.94	4.27	A	2.59	1.45	8.86	5.16	44.02	41.23	10.02	6.11	5.41	3.52	2.93	15	3.6
		C1	12-75	87.69	8.40	4.91	AF	2.63	1.47	7.76	36.35	44.11	41.09	9.45	5.28	5.58	3.86	3.29	2.16	3.1
		C2	75-110	86.60	8.32	5.08	AF	2.66	1.52	8.56	34.30	42.86	34.62	8.97	5.63	4.86	3.16	2.63	1.99	3.64
		C3	110-130x	87.64	7.17	5.19	AF	2.67	1.52	8.39	34.68	43.07	35.07	8.88	5.52	4.79	3.11	2.59	1.94	3.58

TABLA 11 Propiedades Físicas de los Suelos en Arauca

Posición Geomórfica	Perfil Taxonómico	Horizonte	Profundidad	Granulometría				Densidad g/cc		Porosidad %			Retención Humedad(%) a diferentes tensiones (bars)					Humedad aprovechable		
				Arena	Limo	Arcilla	Text	Real	Aparente	Micro	Macro	Total	SAT	0.1	0.3	1	5		10	15
Cancos	A	O	00-5	82.46	10.89	6.65	AF	2.57	1.28	12.79	37.40	50.19	46.13	21.23	9.99	18.32	16.53	5.81	7.78	2.21
	GRILONERO	Ap	00-26	83.63	10.08	6.49	AF	2.64	1.30	8.00	42.57	50.57	41.73	11.52	6.13	7.90	6.07	5.42	3.33	2.90
	Catic Quartzipsament	AC	26-66	76.19	13.54	8.27	FA	2.65	1.33	9.19	38.72	47.92	37.99	2.81	6.66	9.74	8.04	7.41	4.18	1.48
		Cl	66-94	77.23	15.18	7.59	FA	2.62	1.38	8.11	39.21	47.33	47.08	18.07	5.88	15.68	14.20	3.60	4.6	1.25
		Cc	94-1	79.94	13.49	6.57	AF	2.62	1.45	7.95	36.70	44.65	30.62	9.65	5.48	6.65	12	1.58	2.91	2.7
		Ccn	128-15 X	64.52	9.72	5.76	AF	2.68	1.59	7.35	33.32	40.67	30.36	7.71	4.6	4.54	3.11	6.7	1.86	2.74
Cabezas de Decantación	A 7	Ap	00-15	15.2	72.34	12.4	FL	2.53	1.45	32.55	10.14	42.69	38.74	35.25	24.11	17.23	11.30	9.45	8.51	15.60
	GRILONERO	BE	1-1	12.66	74.51	12.83	FL	2.58	1.55	36.13	3.79	39.92	40.07	39.84	25.60	17.72	11.23	9.27	8.28	17.32
	Typic Tropoqual	BEcn	31-42	11.31	54.30	34.39	FArL	2.67	1.65	35.15	3.05	38.20	33.75	26.15	21.30	17.85	13.88	2.47	11.7	9.53
		Bt	42-68	5.71	44.51	49.78	ArL	2.71	1.67	35.42	2.96	38.38	24.44	22.03	21.21	20.57	19.62	3.22	18.91	2.30
		Og1	68-220	1.86	51.66	42.48	ArL	2.72	1.66	35.2	3.76	38.97	33.28	26.61	24.61	23.32	2.28	0.46	17.71	6.90
		Og2	220 X	0.80	52.94	46.26	ArL	2.72	1.66	-	-	38.97	43.53	30.8	27.05	24.01	20.49	9.14	18.33	8.66
Napas de Desborde	A 5	Ap1	00-3	43.56	28.05	28.39	FAr	2.39	1.46	30.24	8.67	38.91	26.20	24.78	17.83	13.39	9.3	6.05	7.35	10.46
	MATAFALCO	Ap	00-20	18.11	8.74	23.15	FL	2.54	1.55	30.72	8.26	38.98	31.87	34.42	19.82	15.46	10.08	8.41	7.54	12.28
	Typic Tropoqual	BE	20-40	10.18	52.30	37.52	FArL	2.60	1.53	30.39	10.76	41.15	30.08	23.21	19.86	17.22	14.09	2.93	12.28	7.58
		Bt1cn	40-75	3.87	43.45	46.68	ArL	2.64	1.57	35.69	4.84	40.53	30.68	24.53	2.73	22.03	20.44	9.3	18.25	3.78
		Bt2cn	75-113	28.8	27.12	44.1	Ar	2.64	1.70	36.93	0.57	37.0	30.17	24.15	22.38	21.68	20.1	19.47	18.65	3.73
		2C1	113-138	82.11	10.85	7.04	AF	2.60	1.81	13.56	16.82	30.38	32.11	10.84	7.49	6.41	4.45	3.80	3.08	4.41
		2C2	138-150	60.73	1.61	7.66	FA	2.65	1.85	18.57	11.62	30.19	24.57	12.94	10.04	8.05	5.80	5.04	4.55	5.49

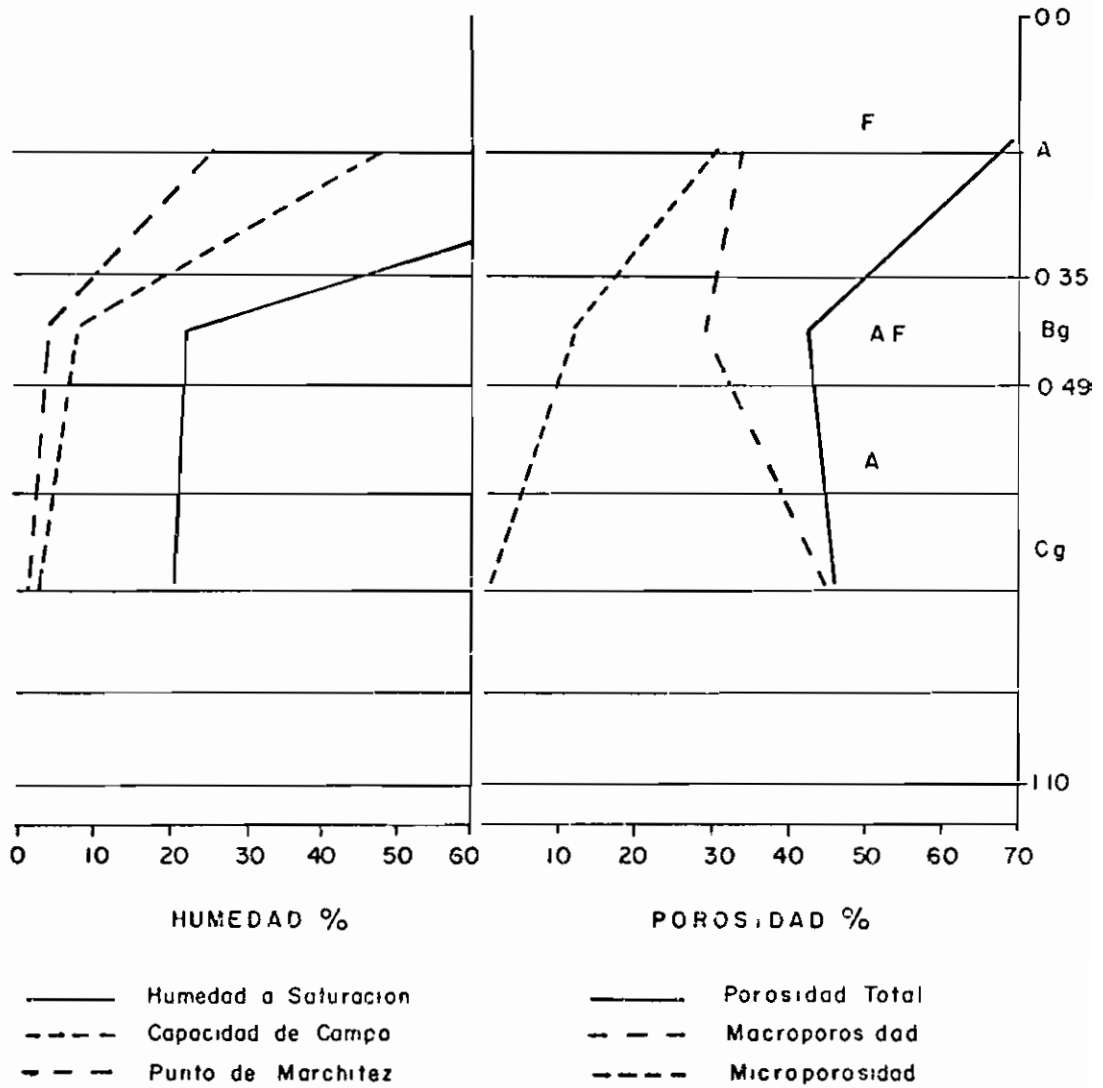


FIGURA 7 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil VM - 34 Typic Tropaquept Marandúa

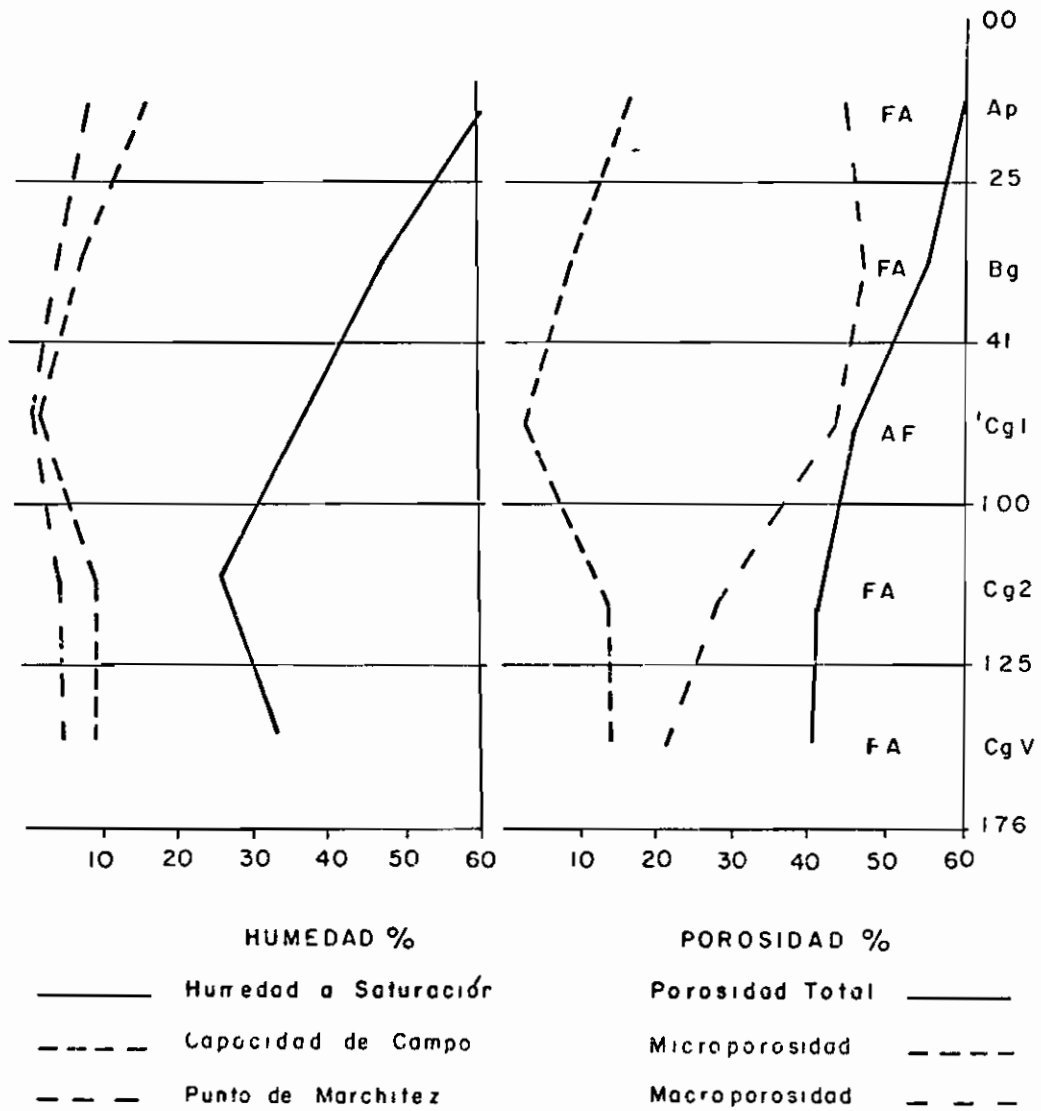


FIGURA 8 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil VM-6 Typic Tropaquept(Marandúa)

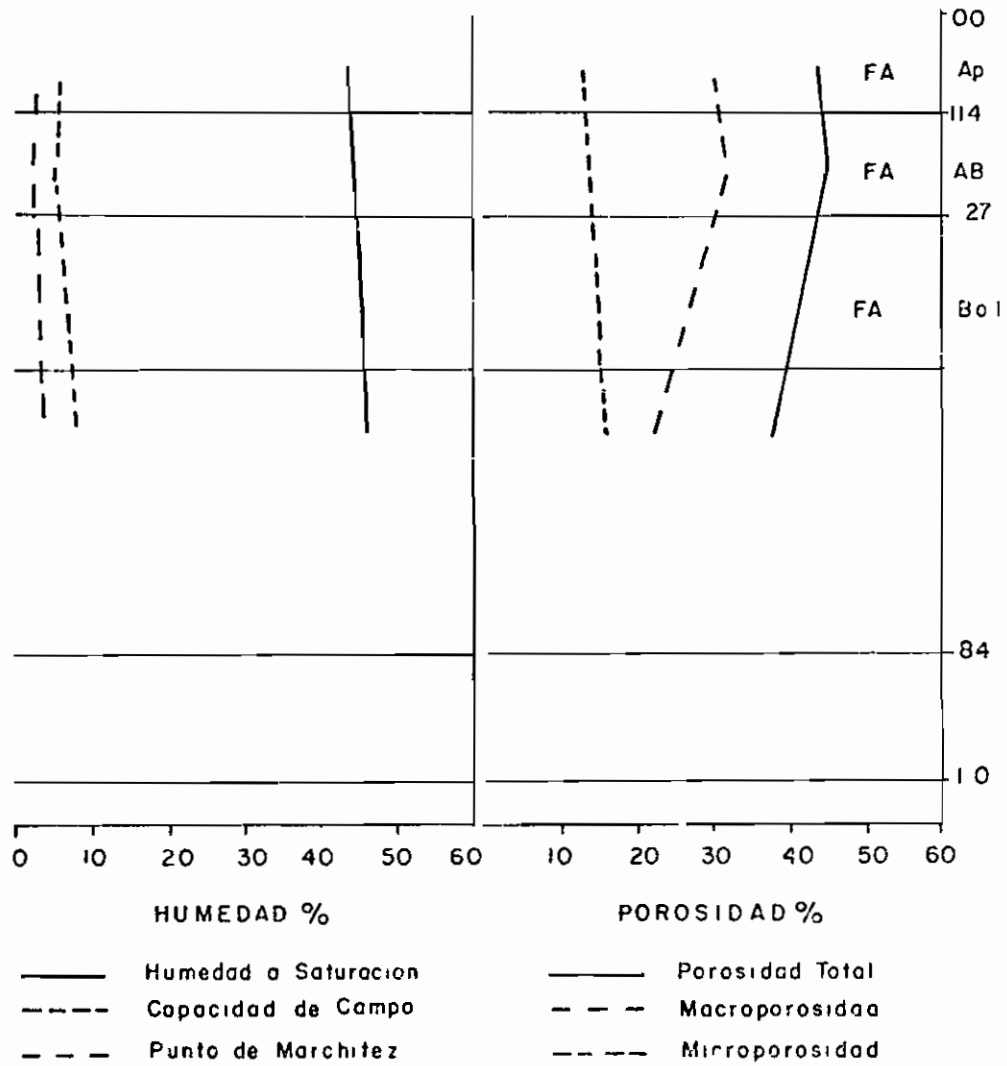


FIGURA 9 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil VM-1 Quartzipsammentic Haplustox Marandúa

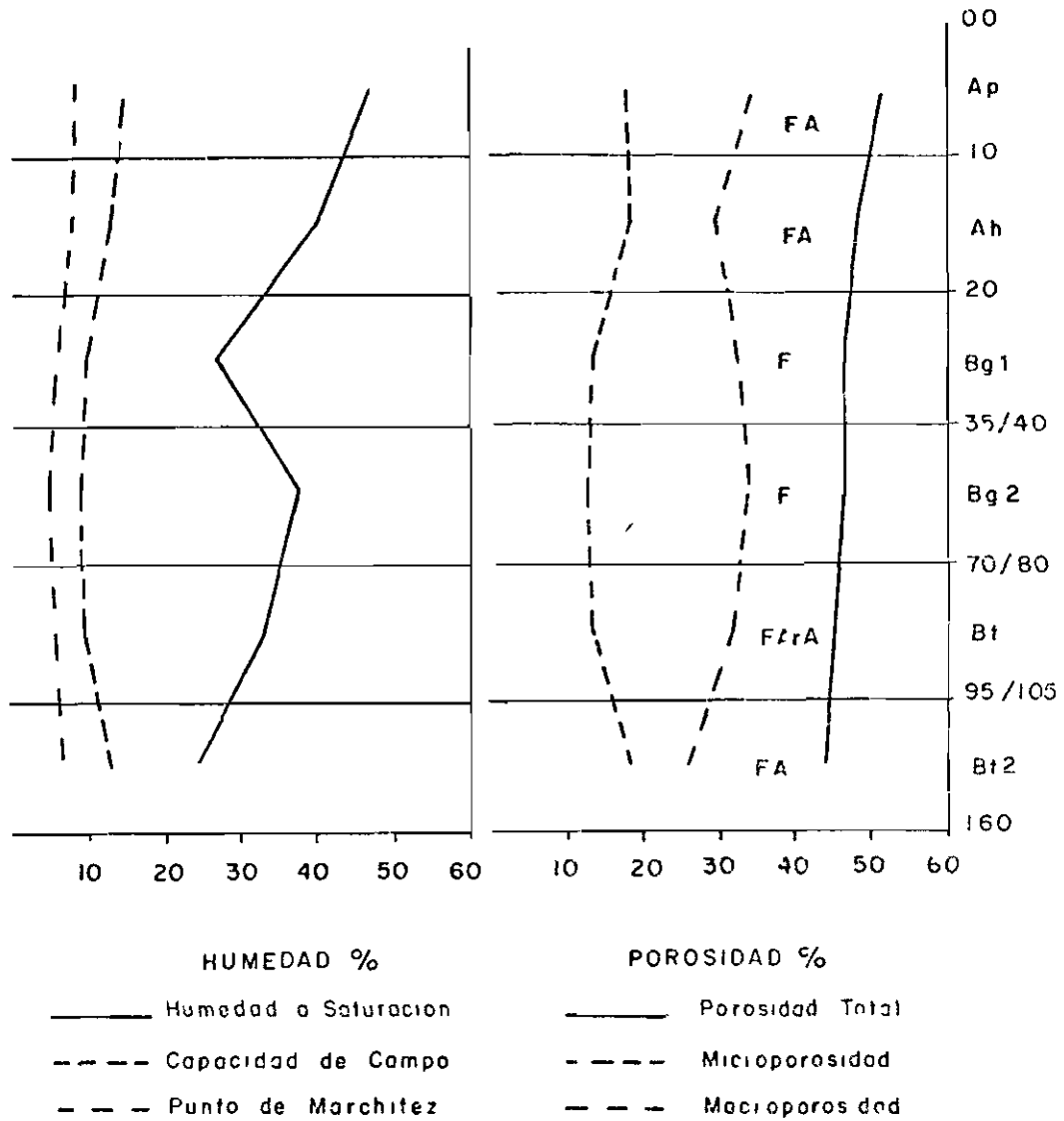
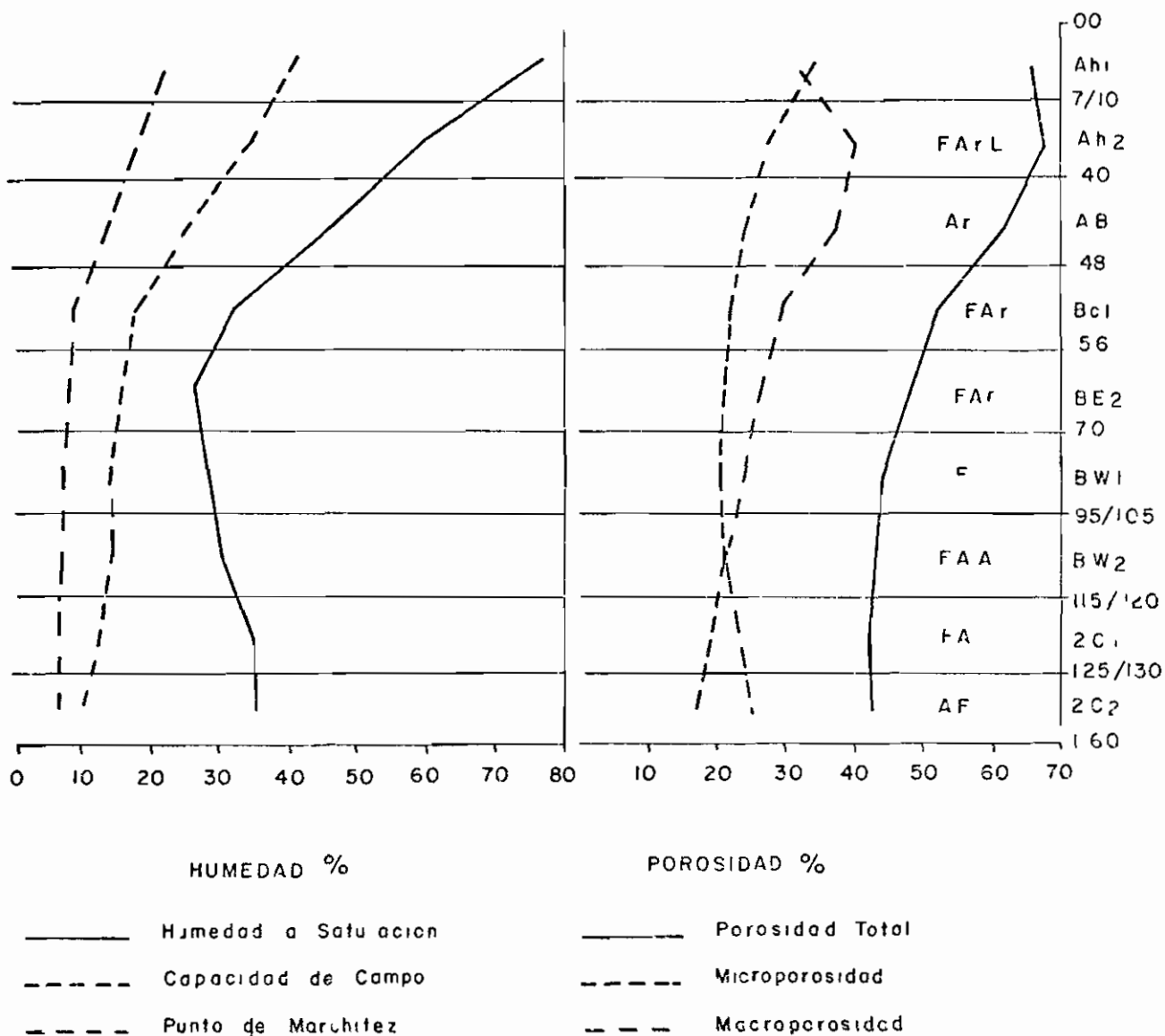


FIGURA 10 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil VM-5 Plinthic Trocvaquult Marandúa



BIBLIOTECA AGRONÓMICA
 D.F. COLOMBIA

FIGURA II Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil VM-4 Typic Dystropept Marandúa

parámetros físicos determinados en el laboratorio, los cuales se continúan a continuación

Textura

Predominan las texturas gruesas comprendidas entre franco arenosas y arenosas, como se observa en los perfiles VM-34, VM-6 y VM-1, donde se instalaron los pozos 1, 2 y 3 respectivamente. Los primeros horizontes del VM-5 (pozo 4) y últimos horizontes del VM-4 (pozo 5), presentan también texturas franco arenosas y arenosas, en el resto de horizonte las texturas son mejor balanceadas como francas, franco arcillo arenosas y franco arcillosas. De las características texturales analizadas se puede deducir un rápido movimiento del agua en los primeros horizontes, el cual disminuye con la profundidad, principalmente en los perfiles VM-4 y VM-5.

Densidades

Los valores de densidad aparente inferiores a 1 g/cc o al rededor de esta cifra, se presentan en los primeros horizontes debido a la materia orgánica. Este compuesto incide también en la densidad real, determinando en estos horizontes valores cercanos a 2.4 g/cc. El incremento de la fracción mineral en los horizontes subyacentes determina valores de densidad aparente superiores a 1.40 g/cc y densidades reales que oscilan entre 2.50 y 2.65 g/cc.

Porosidad

La relación entre las densidades real y aparente determina la porosidad del suelo. Su valor está comprendido entre 40 y 60%. Los mayores valores corresponden a los primeros horizontes con predominio de la macroporosidad sobre la microporosidad, a excepción del perfil VM-4, donde existe un mejor balance macro-microporosidad. El predominio de la macroporosidad sobre la microporosidad en la mayoría de los suelos facilita la oscilación del nivel freático. Esto permite además que los excesos de agua sean evacuados con mayor rapidez.

Retención de Humedad

La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos afecta el almacenamiento de agua durante los períodos secos. Esto ocasiona fácilmente la ruptura capilar y por consiguiente la falta de agua aprovechable por las plantas.

La baja capacidad de retención de humedad, hace que en los períodos húmedos, el punto de saturación se alcance fácilmente, permitiendo la presencia de elevados contenidos de agua libre

CRAVO NORTE

Estructura

En la mayoría de los suelos a pesar de tener estructurada - en bloques subangulares y prismas, finos y gruesos, débil hasta fuertemente desarrollados, el movimiento del agua está altamente restringido, sobre todo en los períodos húmedos debido a la expansión de las arcillas

La carencia de estructura en el perfil A-10 no es obstáculo para el movimiento de la napa freática, debido al predominio de arenas como se analizará posteriormente

Color

El fácil movimiento del nivel freático en el perfil A-10 explica la presencia de colores altos en cromas como pardo amarillento claro y amarillo rojizo, a diferencia de los perfiles A-8 y A-9a en los cuales el drenaje pobre (nivel freático muchas veces impedido) determina predominio de colores grisáceos con manchas pardo amarillentas, amarillas y rojas

La tabla 10 y las figuras 12, 13 y 14 contemplan varios parámetros físicos determinados en el laboratorio, los cuales se comentan a continuación

Textura

Dos características texturales se aprecian en los suelos - utilizados para registrar las variaciones del nivel freático en esta región. Texturas franco arenosa y arenosa en el perfil A-10, donde fue instalado el pozo No 2 y texturas arcillosas, limosas, francas, franco limosas y arcillo limosas en los perfiles A-8 y A-9a, en los cuales fueron instalados los pozos 1 y 3 respectivamente. Las características texturales analizadas en el perfil A-10 permiten un movimiento rápido del agua hacia la profundidad, impidiendo el ascenso capilar, a diferencia de los perfiles A-8 y A-9a en los cuales las condiciones texturales impiden que en el período seco el nivel freático descienda apreciablemente

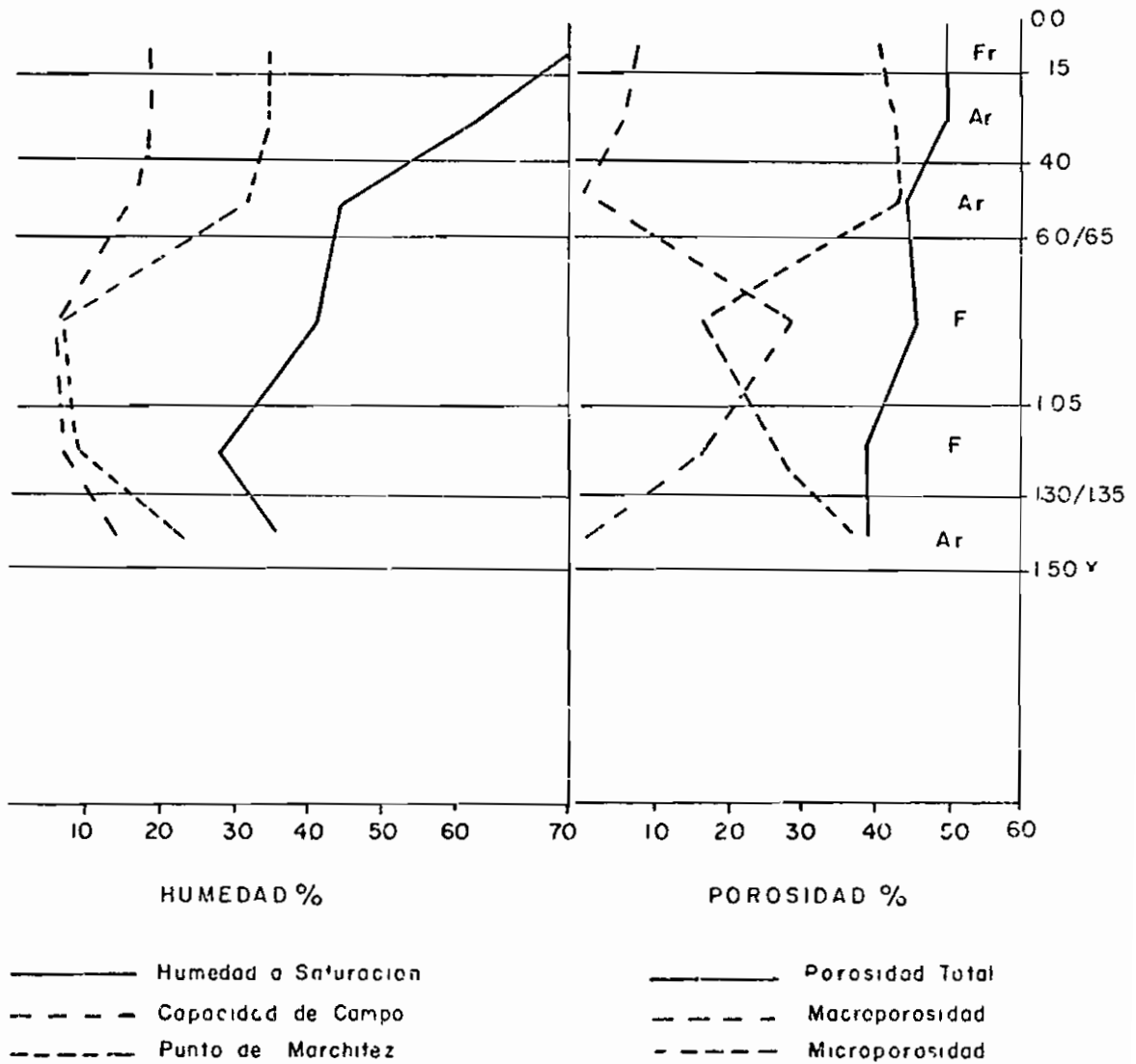


FIGURA 12 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil A-9 Umbric Tropaquilt Cravo Norte

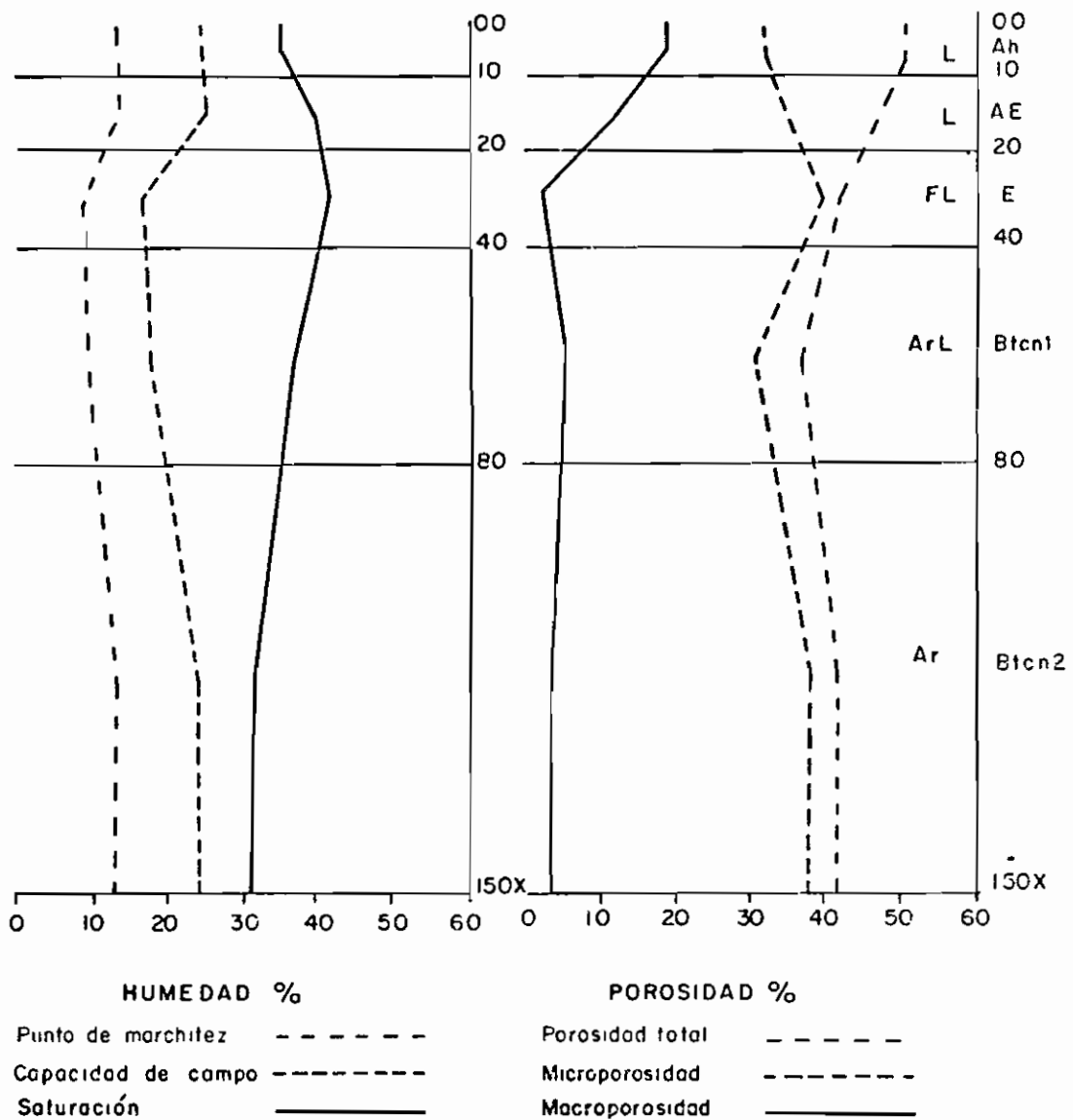


FIGURA 13 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil A-8 Oxic Plintaquilt Cravo Norte

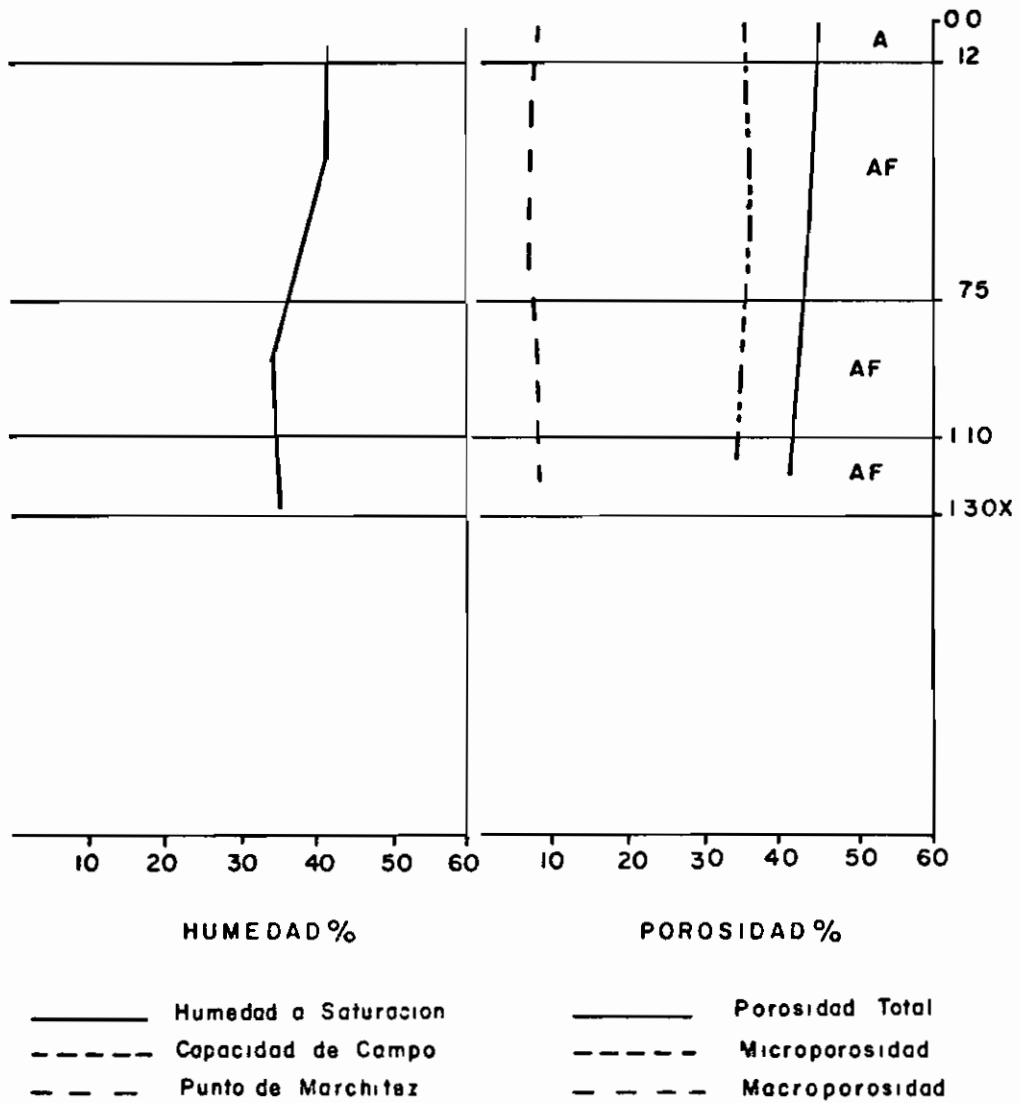


FIGURA 14 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil A-10 Ustic Quartzipsamment Cravo Norte

Densidades Aparente y Real

La densidad aparente está comprendida entre 1.20 y 1.62 g/cc. Los menores valores, relacionados con materia orgánica y principalmente con actividad biológica, corresponden a los primeros horizontes de los perfiles A-8 y A-9a.

Las cifras de densidad real como se aprecian en la Tabla 10 corresponden a densidades de horizontes minerales, sin embargo, el horizonte Ap del suelo A-9a se aparta ligeramente de esta concepción debido a la influencia orgánica y biológica.

La densidad aparente, con valores entre 1.20 y 1.28 g/cc - en los primeros horizontes de los perfiles A-9a y A-8 es más favorable para el movimiento del agua dentro del perfil. En cuanto a densidad real, solamente el primer horizonte del suelo A-9a presenta esta cualidad.

Porosidad

La porosidad total oscila entre 37 y 50%, está dominada por la microporosidad en los perfiles A-8 y A-9a y por la macroporosidad en el perfil A-10. En este último el nivel freático se mueve con facilidad, a diferencia del resto de suelos donde el predominio de la microporosidad restringe dicho movimiento.

Retención de humedad

La relación macro-microporosidad influye ampliamente en la capacidad de retención de humedad, la cual es mayor en los perfiles A-8 y A-9a, ampliamente dominados por la microporosidad. Diferente situación se presenta en el perfil A-10, donde el predominio de la macroporosidad no permite una buena retención de humedad.

Las condiciones anteriores tienen estrecha relación con el movimiento del nivel freático, siendo por consiguiente menor en los perfiles A-8 y A-9a, donde predomina la microporosidad. Por el contrario, en el perfil A-10 dominan los macroporos, lo cual facilita la evacuación rápida del exceso de agua en los periodos de recarga.

ARAUCA

Estructura

La carencia de estructura en el perfil A-1 debida a los altos contenidos de arena, no es impedimento para el desplazamiento de la napa freática, en cambio los primeros y últimos horizontes de los perfiles A-5 y A-7, sí restringen dicho movimiento por corresponder a masas de suelo no estructurado. Los horizontes intermedios de los suelos que se acaban de mencionar permiten un mejor movimiento del agua por presentar estructura columnar y bloques subangulares, gruesos, débiles a fuertemente desarrollados.

Color

Los colores pardo rojizo, pardo amarillento oscuro y pardo amarillento del perfil A-1, son el reflejo de una buena aireación favorecida por el fácil movimiento de la napa freática. Aquellos colores con tendencia grisácea y abundantes manchas (perfiles A-5 y A-7) son el reflejo de un nivel freático que se sitúa en la superficie del suelo durante la mayor parte de la época húmeda, e impide la buena aireación.

Los resultados de los análisis de laboratorio que aparecen en la Tabla 11 y Figuras 15, 16 y 17, se discuten a continuación.

Textura

Dos condiciones texturales se presentan en el área estudiada, la de los suelos de texturas arenosas a franco arenosas, como se observa en el perfil A-1 y los suelos con texturas franco limosas y arcillo limosas. Las primeras condiciones permiten un fácil movimiento del nivel freático en todas las direcciones, en cambio en la segunda condición textural el movimiento es altamente restringido.

Densidades Aparente y Real

Los valores de densidad aparente oscilan entre 1.28 y 1.85 g/cc. Los mayores valores aparecen en los perfiles A-5 y A-7, sobre todo en los horizontes degradados. Esta es una condición desfavorable para la normal fluctuación del nivel freático.

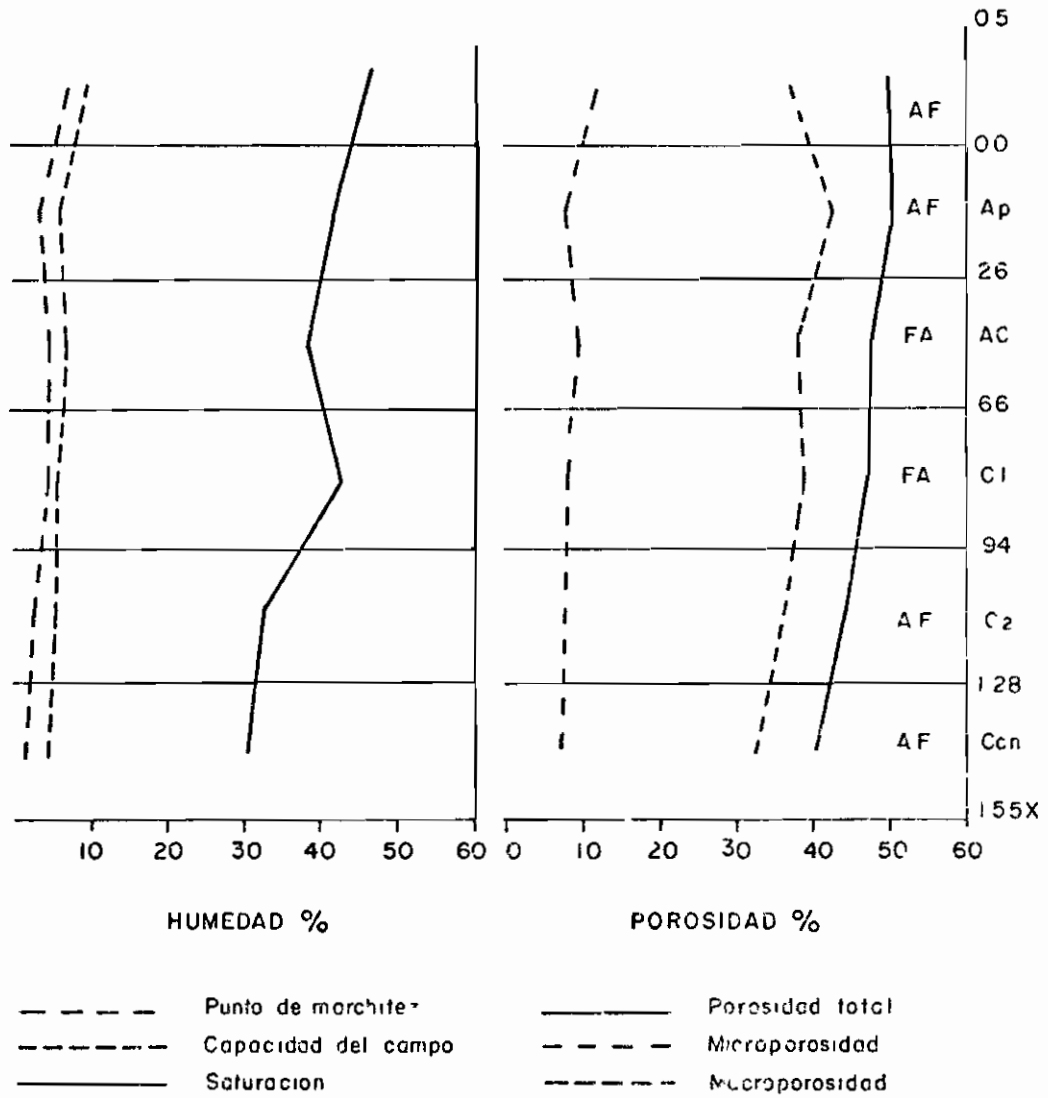


FIGURA 15 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil A-I Jstic Quartzipsamment Arauca

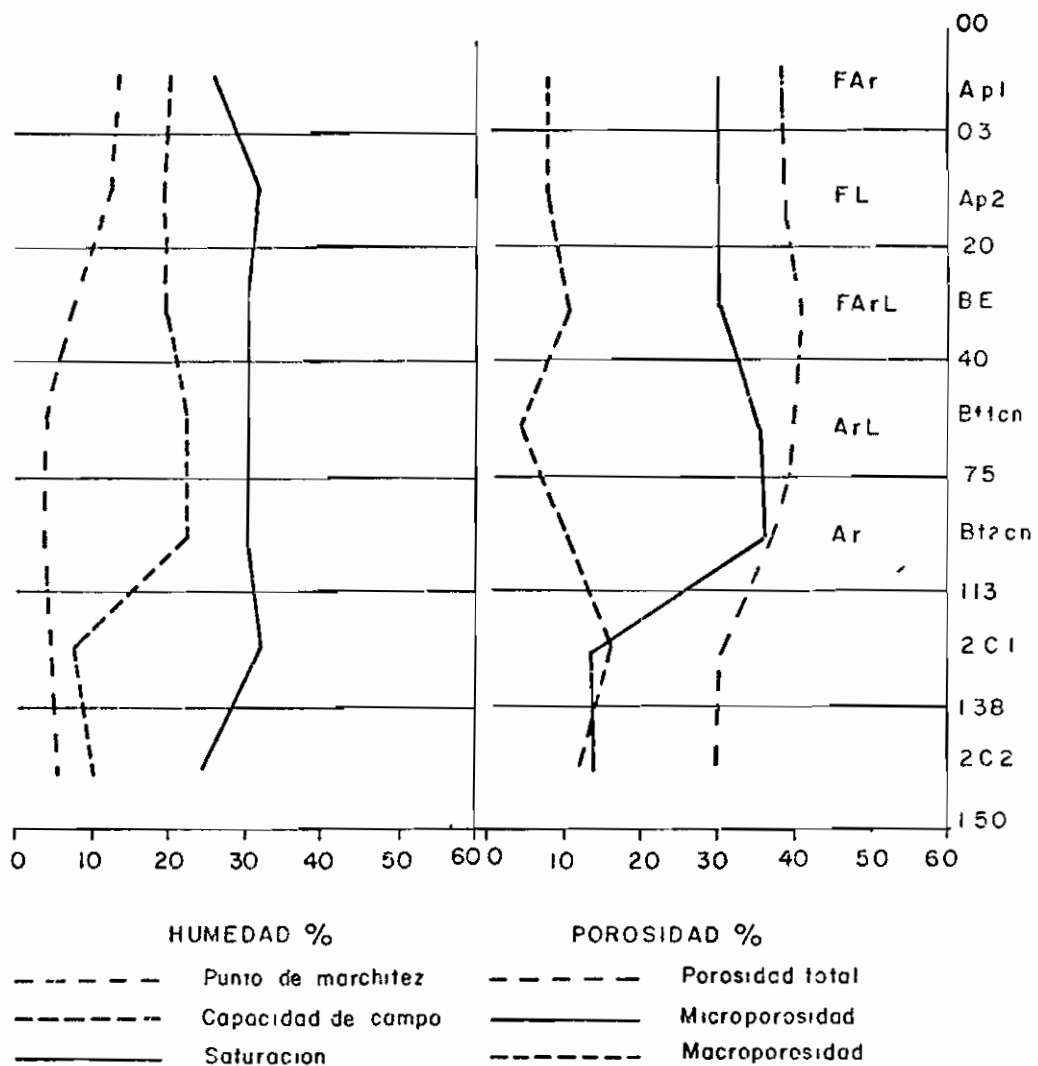


FIGURA 16 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil A-5 Typic Tropaquilt Arauca

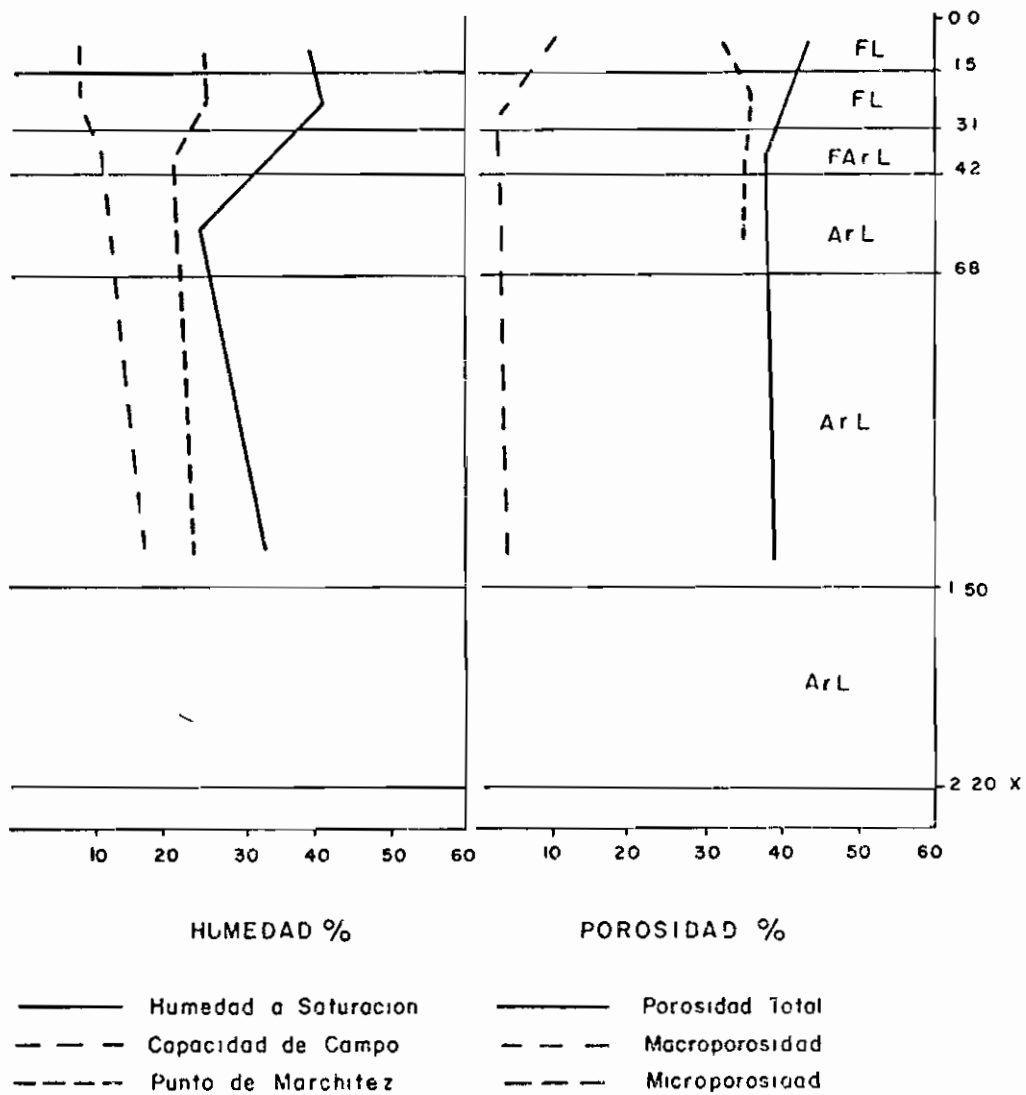


FIGURA 17 Curvas de retención de humedad y distribución de porosidad Perfil A-7 Typic Tropaqualf Arauca

Los valores de densidad real para los suelos estudiados son de 2.5 a 2.7 q/cc , rango normal de los suelos normales

Porosidad

El perfil A-1 presenta valores altos de porosidad, con predominio de la macroporosidad, en cambio en los perfiles A-5 y A-7 los valores de porosidad son inferiores, dominados por la microporosidad. Estas circunstancias aclaran aún más el por qué el nivel freático se mueve con mayor facilidad en el perfil A-1 que en los restantes.

Retención de Humedad

La anterior apreciación correlaciona con la menor retención de humedad en el perfil A-1 que en los suelos de los perfiles A-5 y A-7. Esto incide directamente en el movimiento del agua dentro del suelo, ya que cuanto mayor sea la capacidad de retener la humedad, menor será la fluctuación del nivel freático. Así, en los suelos de los perfiles A-5 y A-7 dominados por microporos, la oscilación freática es menor, además se inundan con mayor facilidad por encontrarse en la cubeta de decantación. Sucede lo contrario en el suelo A-1 de los bancos, sitios más altos, donde el nivel freático asciende con mayor dificultad.

Fluctuación del Nivel Freático

Las características físicas de los suelos, la ubicación de éstos y principalmente los períodos climáticos (lluvioso y seco) son los responsables de la posición y variación del nivel freático a través del año.

MARANDUA

En la Tabla 12 y en la Figura 18 aparecen registradas las oscilaciones del nivel freático comprendidas entre marzo de 1934 y octubre de 1935.

Pozo 1. Está localizado en la parte central del estero. Entre enero y junio, período más seco, el nivel freático varía de 0.01 a 0.76 m, bajo la superficie del suelo, de julio a diciembre, meses de mayor pluviosidad, el nivel freático sube por encima de la superficie del suelo entre

TABLA 12 Fluctuación del nivel freático en Marandúa año 1984-1985

Región	Paisaje	Forma del terreno	No Fozo	Taxonomía No Perfil	Fecna de lectura	Prof nivel freático _m
					Mar 1-84	0 60
					Mar 15-84	0 62
	A				Abr. 1-84	0 69
M					Abr 15-84	0 72
	L				May 1-84	0 75
A					Jur 1-84	0 45
	T				Jul 1-84	+ 0 08
R					Agt 1-84	0 05
	I				Sept 1-84	+ 0 08
A					Oct 1-84	+ 0 09
	L	Cabeza de Caños (esteros)	1	Typic Tropaquept arenosa VI-34	Nov 1-84	+ 0 08
N					Dic 1-84	+ 0 09
	L				Ene 30-85	0 76
D					Feb 28-85	0 76
	A				Mar 1-85	0 76
U					Mar 15-85	0 76
	N				Abr 1-85	0 76
A					Abr 15-85	0 76
	U				May 1-85	0 55
					May 15-85	0 03
	R				Jun 1-85	0 02
					Jun 15-85	0 01
	A				Jul 1-85	+ 0 04
					Jul 15-85	+ 0 09
					Agt 1-85	+ 0 14
					Ago 15-85	+ 0 15
					Sept. 1-85	+ 0.10

TABLA 12 Fluctuación del nivel freático en Marandúa año 1984-1985 (Continuación)

Región	Paisaje	Forma del terreno	No. Pozo	Taxonomía No Perfil	Fecha de lectura	Prof nivel freático m
					Mar 1-84	1 30
					Mar 15-84	1 33
	A				Abr 1-84	1 38
M					Abr 15-84	1 42
	L				May 1-84	1 45
A					Jun 1-84	1 65
	T				Jul 1-84	0 18
R					Agt 1-84	0 08
	I				Sept 1-84	0 34
A					Oct 1-84	0 74
	L				Nov 1-84	0 72
N					Dic. 1-84	0 71
	L	Cabeza de Caños (esteros)		Typic Tropaquept	Ene 30-85	1 38
D			2	Franca gruesa	Feb 28-85	1 39
	A			VM-6	Mar 1-85	1 40
U					Mar 15-85	1 41
	N				Abr 1-85	1 41
A					Abr 15-85	1 42
	U				May 1-85	1 06
					May 15-85	0 36
	R				Jun. 1-85	0 51
					Jun 15-85	0 44
	A				Jul 1-85	0 42
					Jul 15-85	0 37
					Agt 1-85	0 36
					Agt 15-85	0 39
					Sept. 1-85	0.38

TABLA 12. Fluctuación del nivel freático en Marandúa año 1984-1985 (Continuación)

Región	Paisaje	Forma del terreno	No. Pozo	Taxonomía No Perfil	Fecha de Lectura	Prof nivel freático m
					Mar 1-84	2 00
					Mar 15-84	1 75
	A				Abr 1-84	2 02
M					Abr. 15-84	2 22
					May. 1-84	2 21
					Jun 1-84	0 60
	T				Jul 1-84	+ 0 10
R					Agt 1-84	+ 0.15
	l				Sept 1-84	0 00
A					Oct 1-84	0 25
	L				Nov. 1-84	1 00
				Umbracuox	Dic 1-84	1 48
	L	Cuevas de	4	franca-fina	Ene. 30-85	1 05
D		Decantación		mezclada acida	Feb 28-85	1 07
	A			VI -5	Mar 1-85	2 10
U					Mar 15-85	2 11
	N				Abr 1-85	2 24
A					Abr 15-85	2 25
	U				May 1-85	1.20
					May 15-85	+ 0 10
	R				Jun 1-85	+ 0 10
					Jun 15-85	+ 0 10
	A				Jul 1 85	+ 0 65
					Jul 15-85	+ 0 70
					Agt 1-85	+ 0 10
					Agt 15-85	+ 0.12
					Sept 1-85	+ 0 06

TABLA 12. Fluctuación del nivel freático en Marandúa año 1984-1985 (Continuación)

Región	Paisaje	Forma del terreno	No Pozo	Taxonomía No Perfil	Fecha de lectura	Prof nivel freático m
					Mar. 1-84	2 58
					Mar 15-84	2 59
	A				Abr 1-84	2 59
M					Abr 15-84	2.59
	L				May 1-84	2 59
A					Jun. 1-84	1 43
	T				Jul. 1-84	0.55
R					Agt. 1-84	0 08
	I				Sept. 1-84	0 34
A					Oct. 1-84	0 74
	L	Cobertura eólica	3	Quartzipsamment, franca gruesa, sílicea, isohi- pértérmica VN-1	Nov. 1-84	0 72
N					Dic. 1-84	0 71
	L				Ene 30-85	2 59
D					Feb. 28-85	2 59
	L				Mar. 1-85	2 59
U					Mar 15-85	2 59
	A				Abr 1-85	2 59
A					Abr. 15-85	2 59
	N				May. 1-85	2 01
					May 15-85	1 50
	U				Jun. 1-85	1 19
					Jun 15-85	0 76
	R				Jul. 1-85	0 54
					Jul. 15-85	0 26
	A				Agt. 1-85	0 52
					Agt. 15-85	0.51
					Sept 1-85	0 55

TABLA 12. Fluctuación del nivel freático en Marandúa año 1984-1985 (Continuación)

Región	Paisaje	Forma del terreno	No. Pozo	Taxonomía No Perfil	Fecha de lectura	Prof. nivel freático m
					Mar 1-84	3 15
					Mar 15-84	3 18
					Abr. 1-84	3 22
					Abr 15-84	3 20
M					May 1-84	3 18
					Jun. 1-84	0 00
A					Jul 1-84	+ 0 18
					Agt 1-84	+ 0 15
R	V				Ene 30-85	3 16
					Feb 28-85	3 14
A	A				Mar 1-85	3 15
		Napas de explayamiento	5	Typic Umbraquox	Mar 15-85	3.15
N	L				Abr 1-85	3 16
					Abr. 15-85	3 16
D	L				May 1-85	2 89
					May 15-85	2 44
U	E				Jun. 1-85	1 54
					Jun. 15-85	1 01
A					Jul 1-85	0 09
					Jul 15-85	+ 0 07
					Agt. 1-85	+ 0 15
					Agt 15-85	+ 0 20
					Sept 1-85	+ 0.12
					Oct 1-85	0 00

+ por encima de la superficie

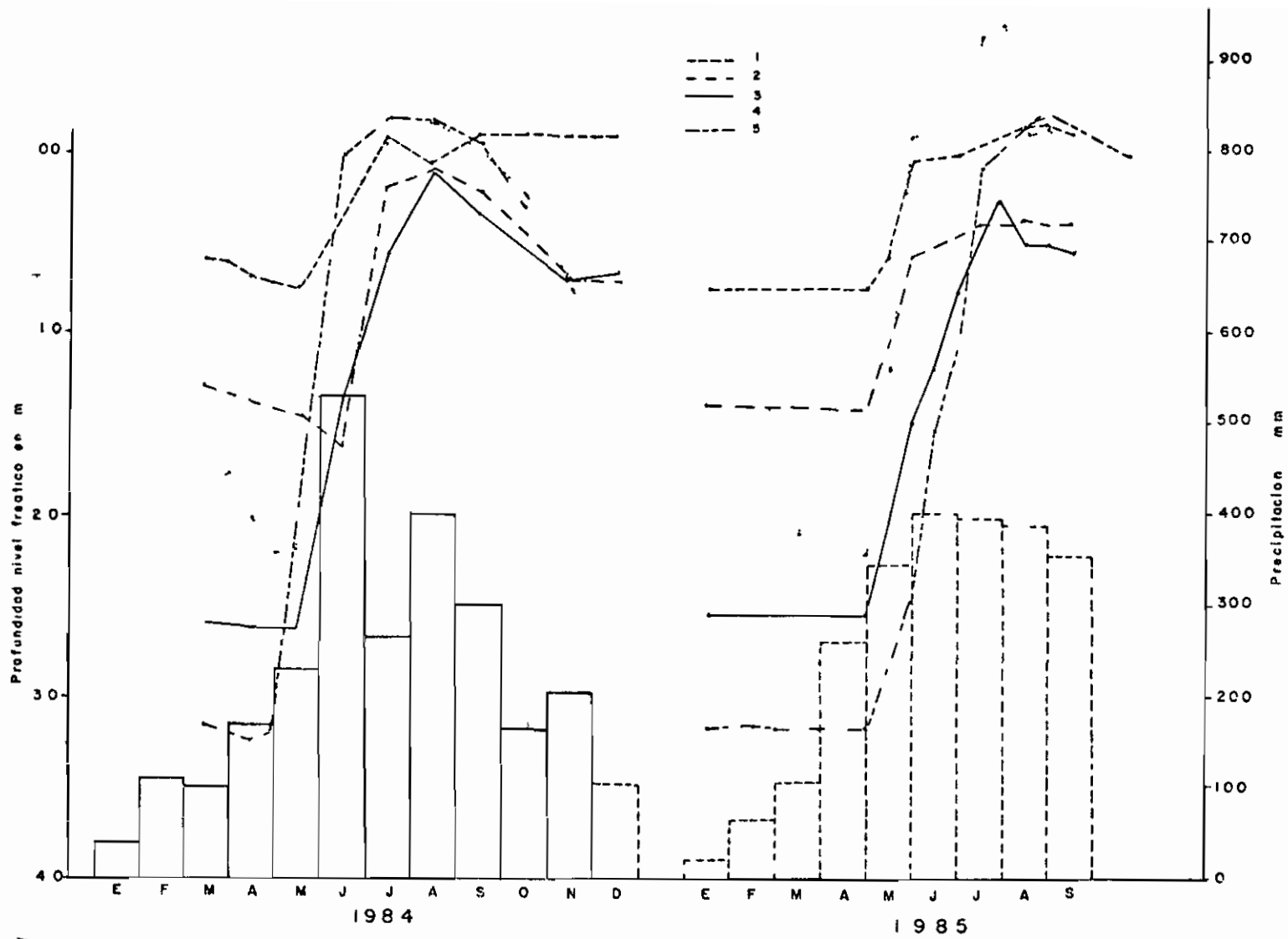


FIGURA 18 Fluctuación del Nivel freático y relación con la precipitación de los años 1984 y 1985 en Marandúa

0 04 y 0 15 m Durante el período lluvioso el agua puede descender como sucedió en agosto de 1984 cuando se situó a 0 05 m bajo la superficie, debido a la suspensión de las lluvias

Pozo 2 Está situado en la parte mejor drenada de los esteros Los períodos climáticos marcan una clara influencia en la variación del nivel freático Así, en la época seca (enero-junio de 1984 y enero-mayo de 1985) estuvo entre 1 06 y 1 65 m de profundidad Durante la época húmeda se acercó a la superficie (0 74-0 08 m) de profundidad, pero nunca sobre pasó la superficie del suelo

Pozo 3 Está localizado en la parte más alta de la región En la época seca la napa freática desciende rápidamente, en la mayor parte de éste período, hasta profundidades cercanas a 2 60 m Al comienzo del período húmedo (mayo-junio) el nivel freático se encuentra a una profundidad entre 2 01 y 1 19 m y en el mes de mayor pluviosidad (julio de 1984) su be a 0 08 m

Pozo 4 Está ubicado en las cubetas de decantación, de relieve ligeramente cóncavo En la época seca (noviembre-abril) la napa freática alcanza profundidades de 2 25 m. El factor relieve favorece en el período húmedo (junio a septiembre), la acumulación de considerables volúmenes de agua sobre la superficie que pueden superar los 0 60 m Dentro del período húmedo una disminución de las lluvias ocasiona una profundización del nivel freático como ocurrió en octubre de 1984, que llegó a 0 25 m

Pozo 5 Este pozo se localizó en las napas de explayamiento por lo cual la profundidad del nivel freático está relacionada con los caudales de los ríos Tomo y Tercey Así, en los meses lluviosos (junio a septiembre) la napa freática oscila entre 1 54m de profundidad hasta 0 20 m sobre la superficie del suelo y en el período seco (enero a mayo) de 2 44 hasta más de 3 20 m de profundidad

CRAVO NORTE

Tres pozos fueron instalados, cada uno en posiciones geo morfológicas diferentes cuya información aparece en la Tabla 13 y en la Fi gura 19

Pozo 1 Se localiza en las cubetas de deflexión Los mayores volúmenes de agua se observan entre junio y septiembre cuando oscila entre 0 14 y 0 34 sobre la superficie En Octubre comienza a descender

TABLA 13. Fluctuación del nivel freático en Cravo Norte año 1984-1985

Región	Paisaje	Forma del terreno	No. Pozo	Taxonomía No. Perfil	Fecha de lectura	Prof nivel freático
					Abr 1-84	3 50
					Abr 15-84	2 90
					May. 1-84	2 95
					May 15-84	2 98
					Jun 1-84	1 82
					Jun 15-84	+ 0 34
C					Jul 1-84	+ 0 34
					Jul. 15-84	+ 0 34
R					Agt 2-84	+ 0 25
					Sept 15-84	+ 0 29
A					Sept. 30-84	+ 0 21
	Planicie				Oct 15-84	+ 0 14
V	Aluvial				Oct 30-84	0 06
	Subreciente	Cubetas de	1	Umbric Tropaquult	Nov 15-84	0 86
O	con cobertura eólica	Deflación		A-9a	Nov 30-84	1 24
					Dic 15-84	1 56
					Dic 30-84	1 90
					Ene 15-85	2 23
N					Ene 30-85	2 29
					Feb 15-85	2 76
					Feb 28-85	3 65
O					Mar 15-85	3 65
					Mar 30-85	3 65
R					Abr 15-85	3 65
					Abr 30-85	3 65
T					May. 15-85	3 33
					May 30-85	3 09
E					Jun 15-85	2 78
					Jun 30-85	2 26
					Jul 15-85	0.87
					Jul. 30-85	0 00

TABLA 13. Fluctuación del nivel freático en Cravo Norte año 1984-1985 (Continuación)

Región	Paisaje	Forma del terreno	No Pozo	Taxonomía No Perfil	Fecha de lectura	Prof nivel freático m
					Abr. 1-84	3 52
					Abr. 15-84	3 30
					May. 1-84	2 80
					May. 15-84	1 00
					Jun. 1-84	0 47
					Jun 15-84	+ 0 11
C					Jul. 1-84	+ 0 15
					Jul 15-84	+ 0 15
R					Agt. 1-84	+ 0 15
					Sept 15-84	0 45
A					Sept 30-84	0 42
	Planicie	Planos con			Oct 15-84	0 46
V	Aluvial	cobertura			Oct 30-84	0 60
	subreciente	eólica	3	Oxic Plintaquilt	Nov 15-84	1 04
O	con cobertura	(con escar		A-8	Nov 30-84	1 45
	ra eólica	ceos)			Dic. 15-84	1 75
					Dic 30-84	2 85
					Ene. 15-85	3 20
					Ene 30-85	3 32
N					Feb 15-85	3 65
					Feb. 30-85	3.65
O					Mar 15-85	3 65
					Mar 30-85	3 65
R					Abr 15-85	3 65
					Abr 30-85	3.65
T					May 15-85	3 41
					May. 30-85	2 25
E					Jun 15-85	2 73
					Jun 30-85	2 25
					Jul 15-85	0 75
					Jul 30-85	+ 0 45

TABLA 13. Fluctuación del nivel freático en Cravo Norte año 1984-1985 (Continuación)

Región	Paisaje	Forma del terreno	No Pozo	Taxonomía No. Perfil	Fecha de lectura	Prof. nivel freático m
					Abr 1-84	4 0
					Abr. 15-84	4 0
					May. 1-84	4 0
					May 15-84	4 0
					Jun 1-84	4.0
					Jun 15-84	4 0
					Jul. 1-84	4 0
C					Jul. 15-84	4.0
					Agt. 1-84	4 0
R					Agt 15-84	-
					Sept 15-84	3 72
A					Sept 30-84	3 65
	Planicie				Oct 15-84	3 59
V	Aluvial				Oct 30-84	3 88
	subreciente	Dunas		Ustic	Nov. 15-84	4 00
O	con cobertura eólica	Longitudinales	2	Quartzipsamment A-10	Nov 30-84	4 00
					Dic 15-84	4 00
					Dic 30-84	4 00
N					Ene 15-85	4 00
					Ene 30-85	4 00
					Feb 15-85	4 00
O					Feb 29-85	4 00
					Mar 15-85	4.00
R					Mar 30-85	4 00
					Abr 15-85	4 00
T					Abr 30-85	4 00
					May 15-85	4 00
E					May 30-85	4 00
					Jun. 15-85	3 84
					Jun 30-85	-
					Jul 15-85	-
					Jul 30-85	3.48

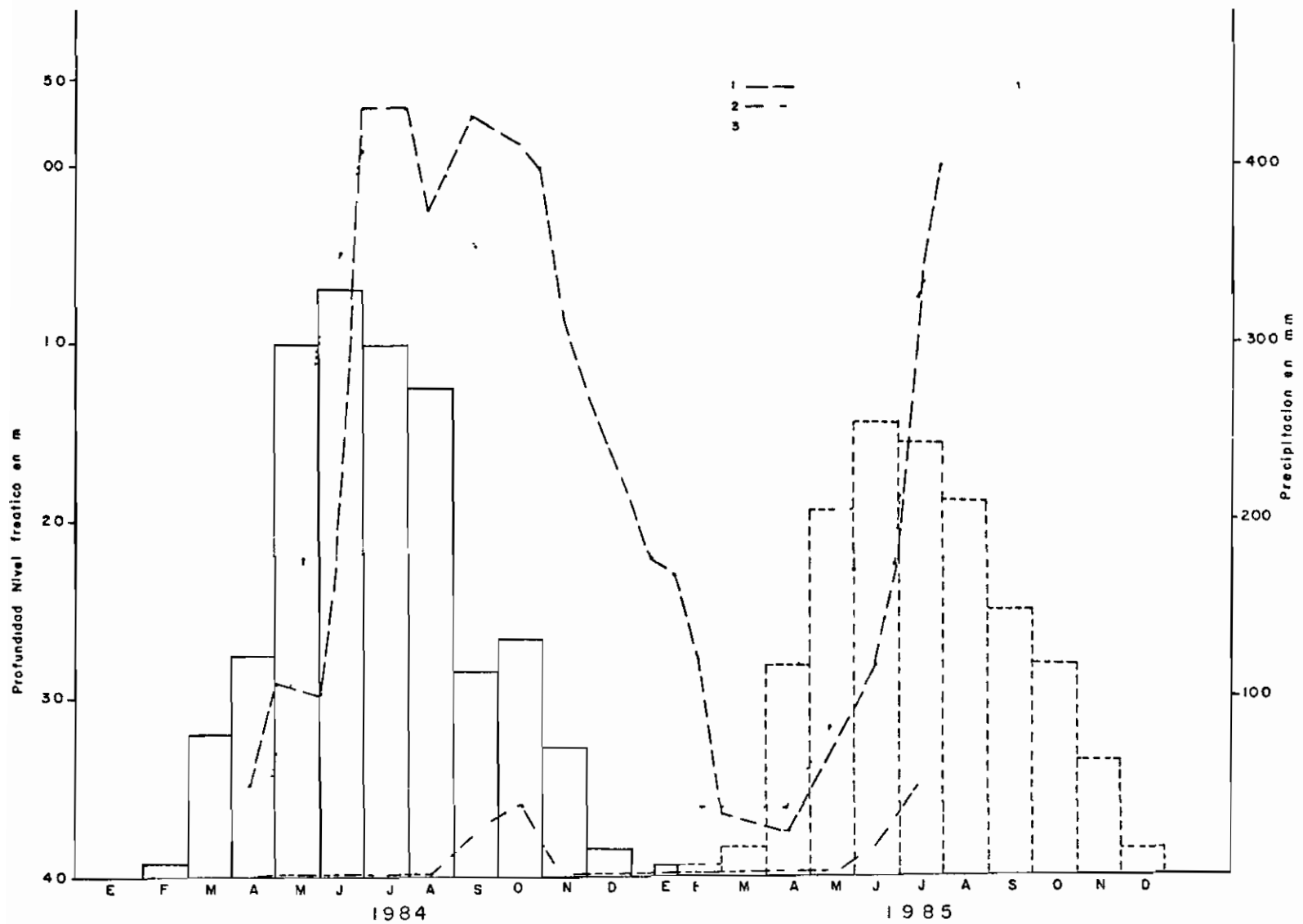


FIGURA 19 Fluctuación del Nivel freático y relación con la precipitación de los años 1984 y 1985 en Cravo Norte

descendiéndose a 0 00 para llegar en noviembre a 1 24 m de profundidad. Durante la sequía el descenso tiene mayor importancia ya que alcanza en los meses más secos (marzo y abril), profundidades superiores a los 3 65 m

Pozo 2 Fué instalado sobre dunas ó espesos mantos de arena que determinan napas freáticas a más de 4 m de profundidad en los períodos secos y entre 3 50 y 4 m en los períodos de lluvia

Pozo 3 Se instaló en los planos de cobertura eólica, los cuales tienen relieve plano. El comportamiento del nivel freático es muy similar al del pozo 1 así, en el período de mayor pluviosidad (junio-julio y agosto) el nivel de agua se encuentra entre 0 11 y 0 45 m sobre la superficie, lo cual contrasta con la época seca (diciembre-abril), cuando supera los 3 65 m de profundidad

ARAUCA

También se instalaron 3 pozos, en los cuales se registraron las variaciones del nivel freático por espacio de un año. Dichas variaciones se observan en la Tabla 14 y Figura 20

Pozo 1 Se instaló en los bancos o dunas. Durante los meses de verano (enero-abril), el nivel freático varía entre 2 55 y 2 80 m de profundidad. A partir de mayo empieza a subir, hasta colocarse en el mes de noviembre a 0 73 m

Pozo 2 Se localizó en los ejes de explayamiento. En diciembre el nivel freático se detectó a más de 1 70 m y en abril a 2 50 m de profundidad, mes de mayor incidencia del período seco. En la época húmeda varía de 0 88 m de profundidad hasta 0 20 m sobre la superficie, en el mes de julio

Pozo 3 Situado en las cuetas de decantación, de relieve ligeramente cóncavo. El comportamiento del nivel freático guarda gran similitud con el anterior, sin embargo, en los meses más secos (febrero a abril), el nivel freático alcanza profundidades superiores a 3 28 m y en la época lluviosa sube a 0 65 m sobre la superficie del suelo, como se observa en el mes de julio

Las Figuras 21, 22 y 23, correspondientes a las regiones de Marañón, Cravo Norte y Arauca, dejan ver la posición del nivel freático

ELA 14 Fluctuación del nivel freático en Arauca 1984

Formas del terreno	No Pozo	Taxonomía Número perfil	Fecha de lectura 1984	Profundidad Nivel freático (m)
			Febrero 15	2 55
			Marzo 1	2 65
			Marzo 15	2 70
			Abril 1	2 80
			Abril 15	2 80
			Julio 1	1 88
			Julio 15	1 85
ARCOS	1	Ustic Quartzipsamment A - 1	Agosto 1	1 70
			Agosto 15	1 69
			Septiembre 1	1 53
			Septiembre 15	-
			Octubre 1	1 72
			Octubre 15	1 20
			Noviembre 1	1 00
			Noviembre 15	0 73
			Diciembre 1	1 70
			Diciembre 15	2 60
			Febrero 1	1 95
			Marzo 1	2 00
			Marzo 15	2 05
			Abril 1	2 15
			Abril 15	2 50
			Julio 1	+ 0 17
			Julio 15	+ 0 20
RES DE EXPLAYAMIENTO	2	Typic Tropaquilt A - 5	Agosto 1	0 80
			Agosto 15	0 42
			Septiembre 1	0 00
			Septiembre 15	-
			Octubre 1	0 88
			Octubre 15	0 00
			Noviembre 1	0 50
			Noviembre 15	0 73
			Diciembre 1	1 70
			Diciembre 15	1 80
			Febrero 15	3 27
			Marzo 1	3 28
			Marzo 15	3 27
			Abril 1	3 20
			Abril 15	3 15
			Julio 1	+ 0 62
			Julio 15	+ 0 65
UBETAS DE DECANTACION (Bajos)	3	Typic Tropaqualf A - 7	Agosto 1	-
			Agosto 15	-
			Septiembre 1	0 21
			Septiembre 15	-
			Octubre 1	0 99
			Octubre 15	0 22
			Noviembre 1	0 72
			Noviembre 15	0 42
			Diciembre 1	1 52
			Diciembre 15	2 22

+ Sobre la superficie

+ No hay dato

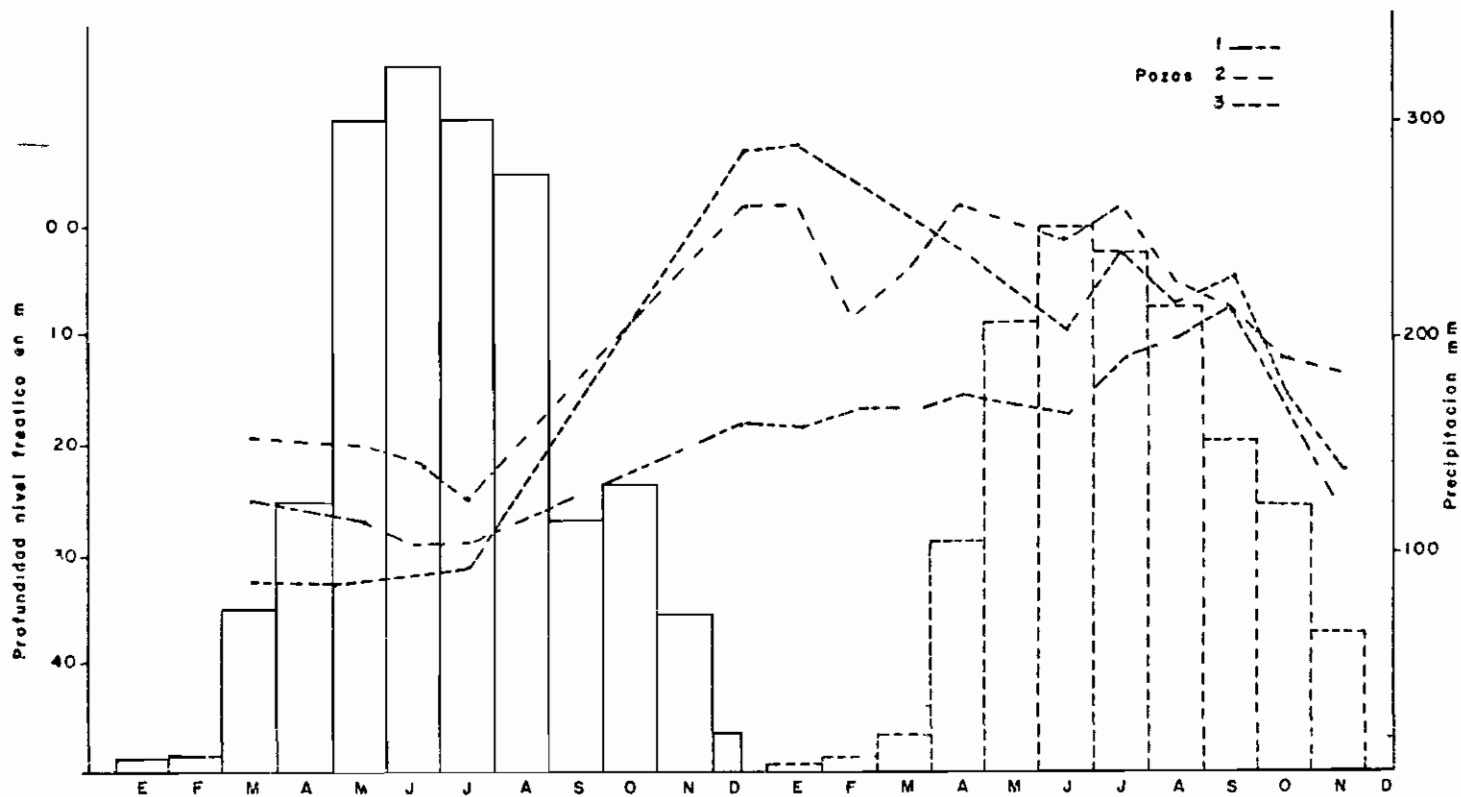


FIGURA 20 Fluctuación del Nivel freático y relación con la precipitación total y promedio durante 1984 en Arauca

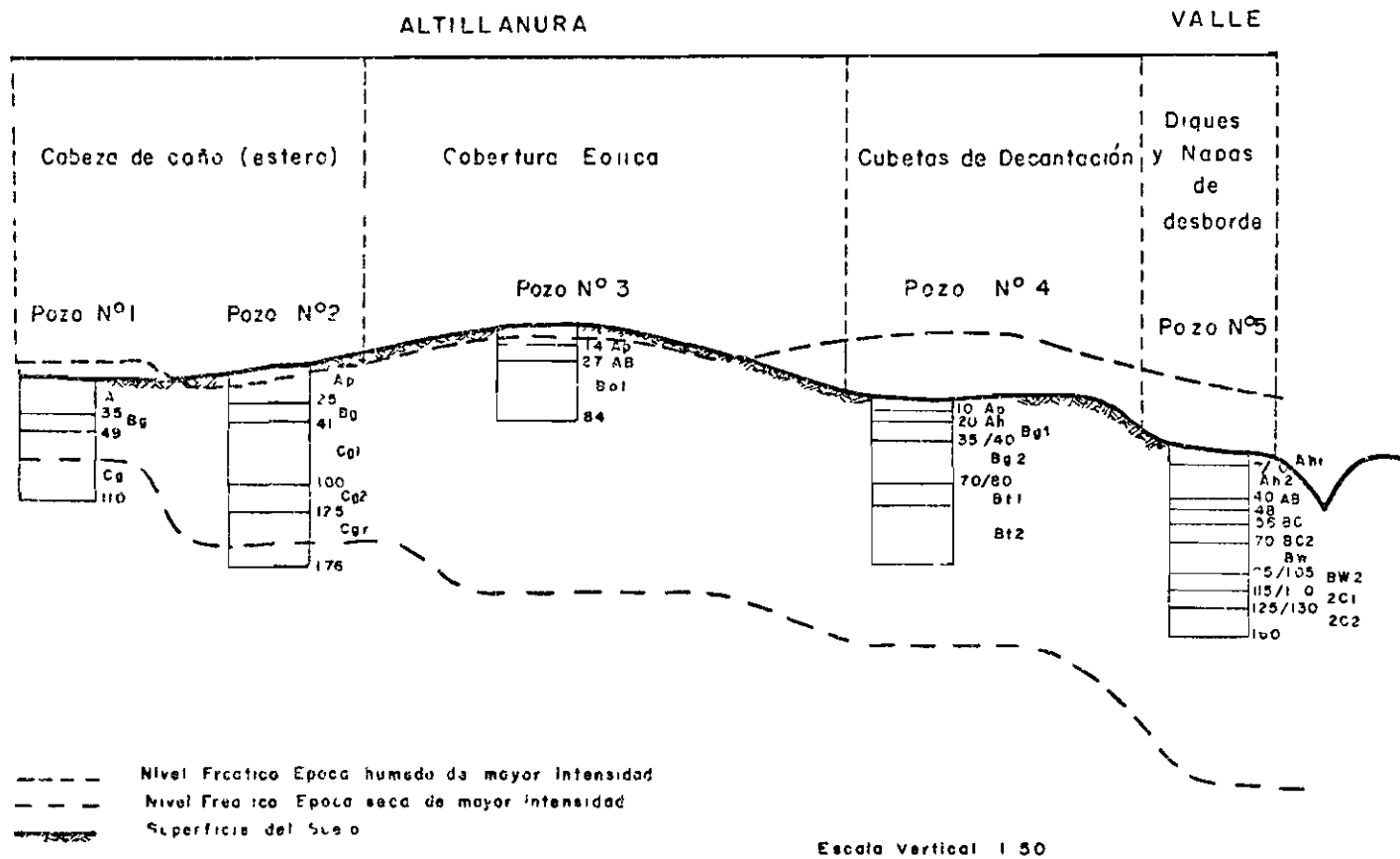


FIGURA 21 Posición del Nivel Freático en períodos extremos de lluvia y sequía en Murandúa-Vichada

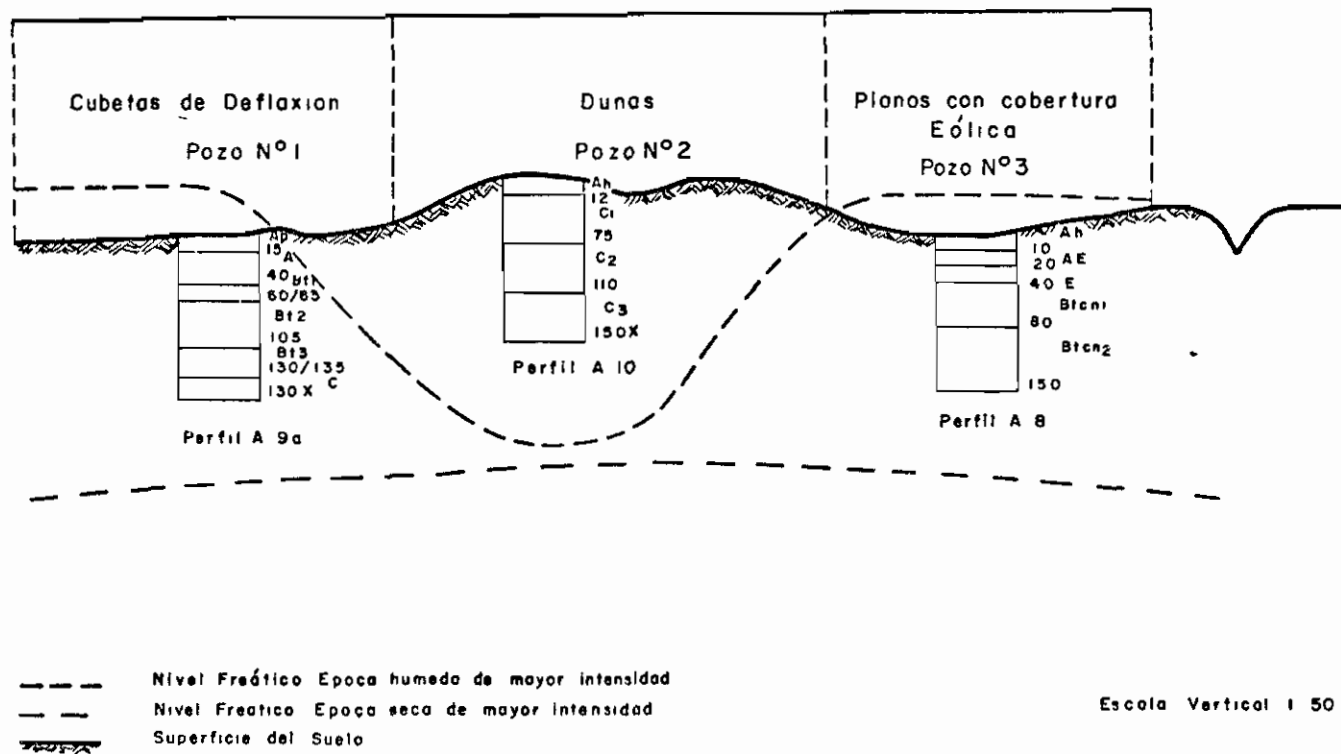


FIGURA 22 Posición del Nivel Freático en periodos externos de lluvia y sequía Cravo Norte-Arauca

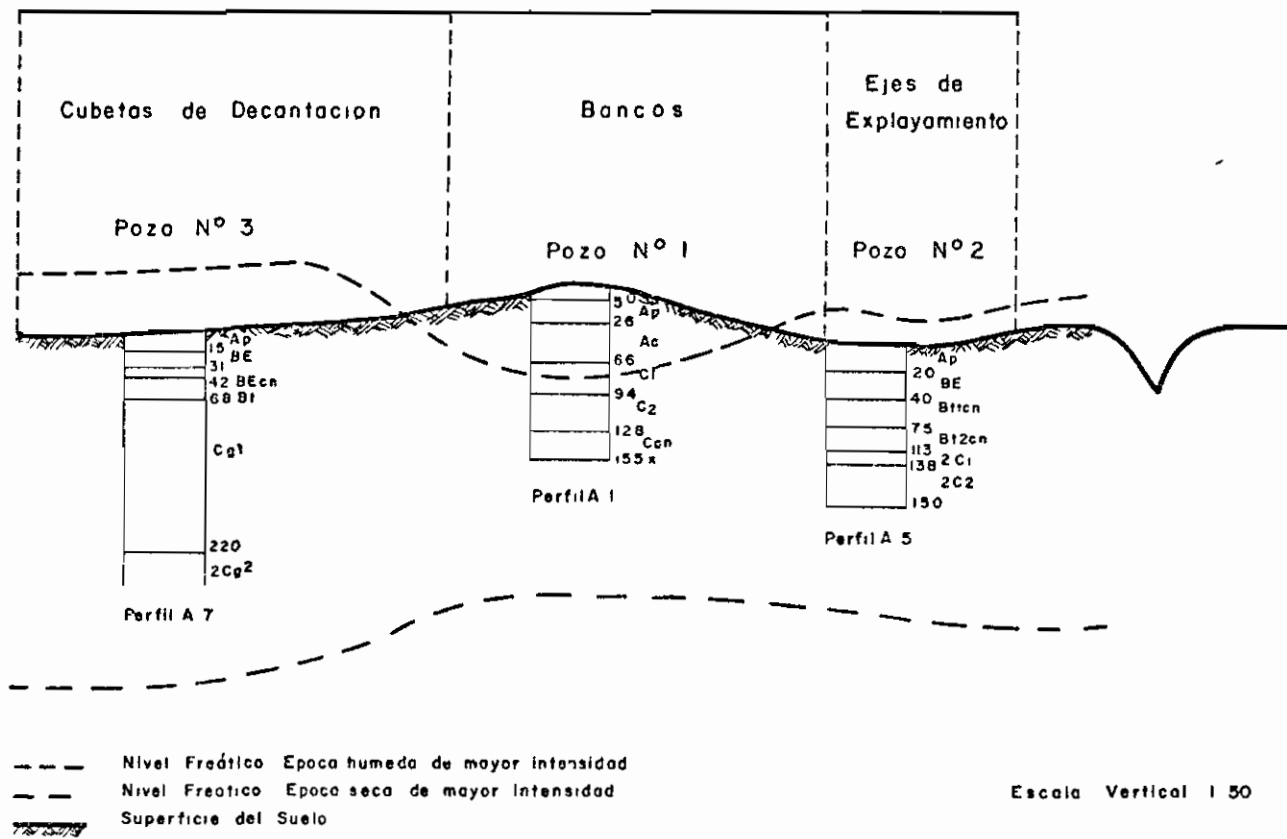


FIGURA 23 Posición del Nivel Freático en períodos extremos de lluvia y sequía Arauca - Arauca

en sus niveles máximos y mínimos, observados durante los años de 1954 y 1985

CONCLUSIONES

Las diferentes posiciones del nivel freático observadas tanto en la época húmeda como en la seca, permiten llegar a las siguientes conclusiones

- Las condiciones climáticas tienen directa relación con la posición del nivel freático, ascenso en los períodos húmedos y descenso en los períodos secos
- Durante los meses de mayor pluviosidad el nivel freático alcanza la superficie en las áreas más bajas cabeza de caños, cubetas de decantación y napas de desborde en Marandua, cubetas de deflación y planos con cobertura eólica en Cravo Norte, napas de desborde y cubetas de decantación en Arauca
- En la época de sequía se observa que el nivel freático oscila entre 0.76 y más de 4 m de profundidad, en esteros y dunas respectivamente
- El comportamiento del nivel freático limita el uso continuado de estos suelos en cualquier actividad
- El balance de agua en los suelos no correlaciona directamente con lo observado en el campo durante la época húmeda, ya que el agua de inundación no es posible evaluarla y además no es la finalidad de la presente investigación
- La textura juega un papel de suma importancia en la oscilación del nivel freático. Así la textura gruesa de los suelos impide el ascenso del agua por la fácil ruptura de la difusión capilar, creando zonas de bajo gradiente hidráulico

RECOMENDACIONES

- Deben establecerse sistemas de control (dragados, presas etc) y evacuación de excesos de agua superficial y subsuperficial (drenajes) en las zonas sujetas a inundaciones
- El control de las inundaciones se debe hacer de tal manera que el suelo

retenga la humedad necesaria para el normal desarrollo de las plantas.

- Los excesos de agua deben conducirse a sitios de almacenamiento localizados en zonas retiradas de caños y ríos, que permitan suplir las deficiencias durante el periodo de sequía
- El diseño de sistemas de evacuación de agua en los periodos lluviosos debe servir en parte para la conducción de la misma durante los periodos de sequía

BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" Estudio Semidetallado de Suelos del Proyecto de Marandúa Bogotá, Subdirección Agrológica 1984 (en prensa)

_____ Estudio General de Suelos de las áreas piloto de Arauca y Cravo Norte (Intendencia de Arauca) Bogotá, Subdirección Agrológica 1984 (Mecanografiado)

_____ Estudio General de Suelos de la Comisaría del Vichada Bogotá, Subdirección Agrológica 1983 462 p

DUCHAUFOUR, Pn Précis de Pedologie Paris, Masson 1970 431 p

HENIN, S Perfil cultural el estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas Madrid, Mundiprensa 1972 341 p

KRAHEP, P J Relaciones Hídricas de suelos y plantas México Eudtex 1974 538 p

MALACON, D Propiedades Físicas de los Suelos Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi Subdirección Agrológica 12 (7) 622 p 1976

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
FAO Estudio de los problemas hidraulicos en los Llanos Orientales de Colombia 1963 44 p

SOLTNER, D Les Pases de la production vegetale Le Clos Lorelle 49470 - Francia Collection Sciences et Techniques agricoles Tomo 1 1974 440 p