

# SECCION AGRICOLA

## ARTICULOS CIENTIFICOS

### I. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y FISICAS DE UN ULTISOL DEL PIEDEMONTTE AMAZONICO (CAQUETA-COLOMBIA)

Carlos J. Escobar A Agrólogo M Sc , José L. Ioriatti D. I.A. Ph D.

#### RESUMEN

Con el principal objetivo de caracterizar y estudiar las variaciones de las propiedades de los suelos bajo bosque natural y bajo pasto (establecido hace 15 años después de la tumba y quema del bosque), fueron seleccionadas dos toposecuencias en un total de seis perfiles de suelo, originados de material de naturaleza arcillo-limoso, de la región norte del departamento del Caquetá, Amazonía Colombiana. La región del trabajo se caracteriza por presentar régimen de humedad perudico y de temperatura isohipertérmico. Morfológicamente los perfiles bajo pasto presentan señales de reducción en todos los horizontes, lo que contrasta con los perfiles bajo bosque, en los que la reducción solamente se presenta en los horizontes inferiores, factor éste debido al manejo empleado lo que motivó una reducción de la porosidad y consecuentemente encharcamiento temporal. También hubo sensibles cambios en la estructura, principalmente en los horizontes superficiales. De otra parte, los elevados valores de densidad aparente ( $> 1.5 \text{ g cm}^3$ ) y los bajos valores de arcilla dispersa en agua ( $< 8\%$  principalmente en los horizontes inferiores indican la poca movilidad de los constituyentes coloidales de estos suelos.

Palabras claves adicionales: ultisol, compactación, perudico, isohipertérmico

#### ABSTRACT

### Morphological and physical characteristics of an ultisol from the Amazon Piedmont (Caqueta-Colombia)

The main objective of this work was to characterize and to compare the variations in the properties of some soils under forests and under pasture (established 15 years ago, after of the slash-and-burn of the forests). Two toposequences (out of six profiles) were chosen originated from a silty-clay material in the north zone of the Caquetá state (Centro de Investigación ICA-Macagual,  $1^{\circ}37'$  north latitude,  $75^{\circ}36'$  west longitude) in the Colombian Amazon. The moisture and temperature regimen

---

Sección Recursos Naturales, Instituto Colombiano Agropecuario, C.I. Macagual, A.A. 337  
Florencia-Caquetá.

were characterized as perudic and Isohyperthermic Morphologically, the profiles under pastures showed reduction signals in all the horizons, which contrasted with the profiles under forests, which showed these reductions only in the lower horizons This was probably due to the applied management which induce a reduction in the porosity and thus a temporary flooding The were also evident changes in the structure, mainly in the surface horizons However, the high values of the soil bulk density ( $< 1,5 \text{ g cm}^3$ ) and the low values of disperse clay in water ( $< 8\%$ ) specially in the lower horizons explained the low movility of the colloid components in these soils

**Additional Key Words.** Ultisol, calyey horizon, perudic, Isohyperthermic, compaction

El departamento del Caquetá, con aproximadamente nueve millones de hectáreas, hace parte del trópico cálido y húmedo de la región amazónica Más de 2 5 millones de hectáreas de bosque natural han sido derribadas y quemadas en el norte del departamento, para el establecimiento de pastos y cultivos Dentro de esta área deforestada, se encuentra la subregión denominada Piedemonte Amazónico, cuya extensión aproximada es de 800 000 hectáreas

Todo parece indicar que estos suelos han sido formados en equilibrio con la vegetación de bosque natural Con la sustitución de pastos y cultivos, en un corto tiempo de utilización ( $>$  de 5 años) se observan signos de degradación de los suelos (por erosión, pérdida de nutrientes, compactación, etc), principalmente en los correspondientes al paisaje de lomerío (Ultisoles)

El área estudiada pertenece al Centro de Investigaciones Macagual, del Instituto Colombiano Agropecuario, en el Piedemonte Amazónico, 20 km al sur de la ciudad de Florencia, (Figura 1), siendo sus coordenadas geográficas  $1^{\circ}37' \text{ N}$  y  $75^{\circ}36' \text{ W}$ . (ARELLANO, 1) Las áreas de las superficies de denudación (paisaje de lomerío) de este Centro han sido clasificadas como Ultisoles (TANAKA et al, 17) Presentan diferencias de textura entre A y B, siendo entre media-

namente profundos a profundos, textura arcillo-limoso, desde bien drenados a imperfectamente drenados En el horizonte B hay ocurrencia de cerosidad, su estructura generalmente son bloques subangulares medios a finos y su color es generalmente rojo-amarillento

Haciendo referencia únicamente a la geología de superficies, estos suelos son originados de material sedimentario mezclado, del Terciario Superior Geomorfológicamente, los suelos hacen parte de la superficie de denudación Esta superficie representa aproximadamente el 90% del área de la región Los interfluvios son generalmente convexos y el entalle de las vertientes tiene aspecto cóncavo, dando origen a un modelado de disección fluvial homogéneo El relieve resultante en las áreas de estudio, es de cimas planas y redondas (pendiente 1 a 3%), variando de espaciosos a estrechos, fuerte ondulado en la parte media (pendiente 20 a 45%), y en la parte baja, áreas relativamente planas Basándose en el Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAT, 16), y con la información climática de la Estación Meteorológica del CI Macagual, se concluye que el régimen de humedad de estos suelos es perúdic y el régimen de temperatura es isohipertérmico El área con bosque natural corresponde a un bosque ecuatorial perhúmedo con aproximadamente 30 especies. El área de pas-

tos, establecida hace más de 15 años, presenta vegetación de gramíneas (*Paspalum* sp) y en menor proporción (*Cyperaceas* y *Homolepsis aturensis*).

A través de estudios de campo, fueron seleccionados y descritos seis perfiles de suelos cuya localización puede ser visualizada en las Figuras 2 y 3. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar tales unidades de suelos, así como estudiar y comparar las variaciones en sus propiedades y características morfológicas y físicas.

De acuerdo con CIAT, (6), en la región tropical de América del Sur, los Ultisoles están distribuidos en un área aproximada de 214 millones de hectáreas, siendo relativamente jóvenes no tan meteorizados como los Oxisoles. Tales suelos asociados con los climas calientes y húmedos se localizan

principalmente en vegetación de bosque. Normalmente los horizontes superficiales son más arenosos que los horizontes inferiores. Tal hecho, favorece la infiltración rápida del agua en la parte superficial, pero en las capas de abajo la infiltración es más lenta debido al mayor porcentaje de arcilla y a la pobre estructuración (DEMATTE, 8)

El desarrollo vegetal depende en mayor o menor grado de las condiciones físicas del suelo, principalmente estructura, potencial de agua y resistencia mecánica al desarrollo radicular (BAYER et al, 2). Algunas propiedades físicas del suelo pueden ser fácilmente modificadas por el manejo. Otras técnicas de cultivo de acuerdo con sus peculiaridades, tienen la capacidad de alterar parte del perfil del suelo, como la disponibilidad de agua, afectando las plantas cultivadas (GAVANDE, 10).

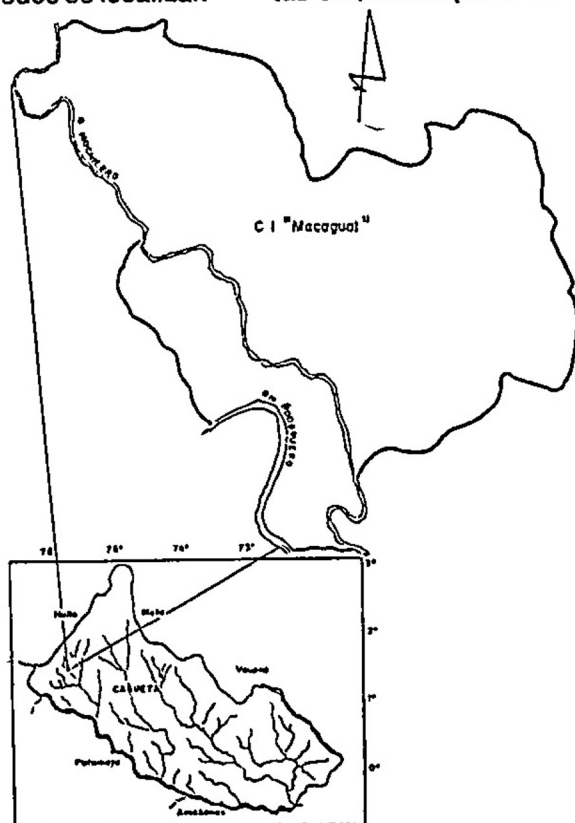


FIGURA 1. Localización del área de Estudio.

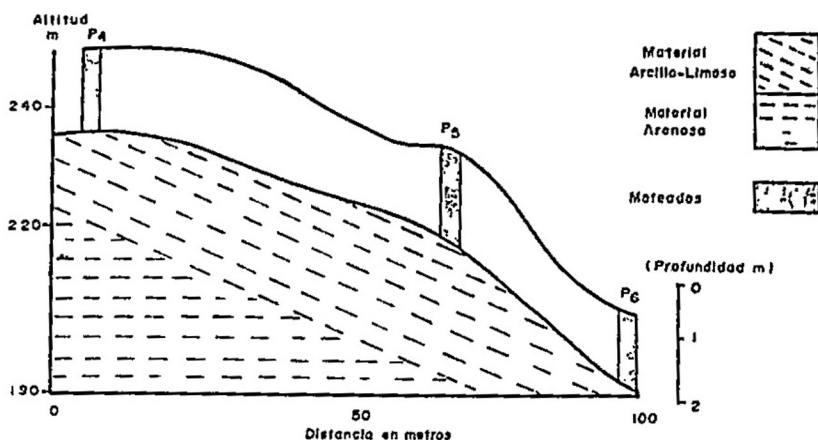


FIGURA 2. Localización de los perfiles estudiados en el área de bosque

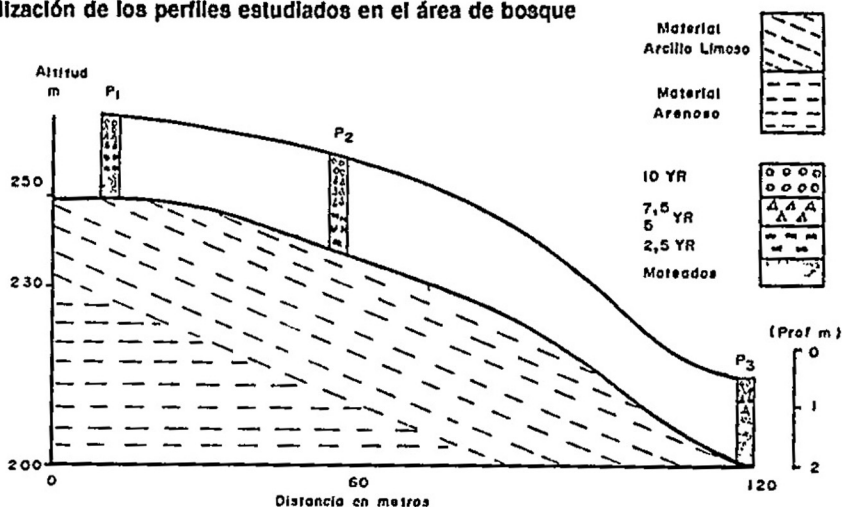


FIGURA 3. Localización de los perfiles estudiados en el área de pastura.

La textura del suelo es prácticamente estable sufriendo pequeñas modificaciones causadas por el manejo, principalmente en la capa superficial (BRADY, 4) Dentro de las fracciones granulométricas la que determina de manera más específica el comportamiento físico-químico del suelo es la fracción arcilla De acuerdo con BAVER et al (2) y BRADY (4), la arcilla dispersa en agua parece tener más dinamismo en el suelo que las demás fracciones determinadas por el análisis Su porcentaje puede ser alterado por simples cambios de vegetación

Un suelo puede compactarse debido a causas naturales o a través de su uso y manejo De acuerdo con BAYER et al (3), la compactación causa un aumento de la densidad aparente del suelo debido a la presión o sobre-carga aplicada Sus efectos en el sistema suelo-planta son notados por la dificultad de penetración y distribución radicular, por el menor drenaje, aireación deficiente y aumento de la susceptibilidad a la erosión hídrica (VEIHMEYER et al, 19) Además de la disminución de los valores de la conductividad hidráulica. En consecuencia se puede presentar la deficiencia

de elementos esenciales, siendo en este caso los iones movidos por flujo de masa los más afectados.

Las fuerzas externas que resultan del tráfico animal, causan serios problemas de compresión en la superficie de los suelos, especialmente cuando son de textura fina y su contenido de humedad es alto. Cabe resaltar que la acción de factores genéticos, derivados de la evolución del suelo pueden causar compactación (MONIZ, 14). Materiales muy finos son arrastrados de la superficie del suelo y pueden taponar parte de los poros en las capas inferiores. Los procesos de secado y humedecimiento del subsuelo también pueden causar compactación.

En cuando a los parámetros que pueden ser usados en la caracterización de la compactación, se sugiere medidas como densidad aparente del suelo, distribución de poros por tamaño, conductividad hidráulica y resistencia a la penetración. Entre tanto algunos investigadores prefieren verificar el impedimento de penetración del sistema radicular en condiciones controladas. CINTRIA et al (7), probando el potencial de diferentes especies vegetales en la recuperación de suelos degradados físicamente, mostraron que las raíces de *Brassica napus*, *Lupinus albus*, se desarrollaron bien en suelos hasta con 11 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia y con 18 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia sufrieron desvío lateral.

## MATERIALES Y METODOS

La descripción y colecta de los perfiles fue realizada en calcatas de 1 x 1 m de superficie y 2 m de profundidad, siguiendo las normas del Manual de Métodos de Trabajo en el Campo, de la Sociedad Brasileira de la Ciencia del Suelo (1976), en la designa-

ción de los horizontes y subhorizontes del suelo. Se colectó un kg de tierra por muestra, para un total de 34.

La granulometría fue determinada por sedimentación en cilindros Koettgem, utilizando NaOH como agente dispersante y agitando en alta rotación. Se separaron cuatro fracciones, de acuerdo con el método de clasificación internacional. Ellas son 2 0-0 2, 0 2-0 05, 0 05-0 0002 y menores de 0 002 mm. La arcilla dispersa en agua es el porcentaje de arcilla obtenida por agitación en agua destilada. La densidad aparente fue determinada por el método de terrón impermeabilizado con parafina fundida, KIEHL (13). La compactación fue determinada empleando el Penetrómetro de impacto, y los valores fueron calculados utilizando la fórmula propuesta por BILLOT (3).

## RESULTADO Y DISCUSION

Los resultados morfológicos de los tres perfiles bajo bosque (P1, P2 y P3), y de los tres perfiles bajo pasturas (P4, P5, P6) están indicados en la Tabla 1. Independientemente de la toposecuencia, las condiciones de drenaje empeoran de la cima (perfiles P1 y P4) hacia la base de la secuencia (perfiles P3 y P6). El menor drenaje de los perfiles de la base de las secuencias se debe al mayor flujo lateral de agua y a la posición más elevada del nivel freático.

Morfológicamente se desenvuelven horizontes argílicos en las dos toposecuencias, caracterizados principalmente por el gradiente textural, grado moderado de estructura y cerosidad. De manera general, los horizontes inferiores principalmente de los perfiles de la base de la toposecuencia desarrollan formación de lateritas, diagnosticadas por las concreciones ferruginosas y por intensos moteados rojos y grises. La

drenabilidad de los perfiles bajo bosque de-  
crece de P1 a P3

La estructura en los horizontes superficiales de los perfiles bajo bosque, se presenta en bloques subangulares de grado débil a moderado. En los horizontes Bt, la estructura se presenta con grado moderado a fuerte, en los horizontes inferiores la estructura en general es maciza. En cuanto a los perfiles bajo pastura hay acentuada variación estructural de los suelos. En los horizontes superficiales el tipo de estructura es el mismo del bosque pero los agregados son mayores, pasando para una estructura maciza en el segundo subhorizonte. En el horizonte argílico no hay alteración de la estructura. La tendencia de la modificación de la estructura de bloques subangulares a maciza refleja el tipo de manejo que está siendo empleado.

El pisoteo del ganado asociado a un ambiente de humedad perúdic y a características genéticas del suelo tienden a desarrollar capas compactas y/o adensadas y consecuentemente de menor frenaje, originándose ahí la variación de la estructura. Los horizontes de transición asociados con horizontes C ó R presentan estructuras macizas, lo que no deja de ser una herencia del material de origen. De manera general, el grado de estructura así como el tamaño, es función de una serie de factores entre los cuales el porcentaje y naturaleza de la arcilla son primordiales. Suelos originados de limonitas en el Brasil, han desarrollado estructura de grado fuerte a muy fuerte en los horizontes Bt (GOMEZ, 12), raramente desarrollan estructura maciza. Aparentemente el régimen perúdic de la región del estudio asociado a un material de origen rico en limo no ha favorecido el desarrollo de la estructura y por el contrario, al sufrir el suelo un manejo intensivo se torna compacto e impermeable.

La presencia de cerosidad en los horizontes inferiores de los suelos de las dos toposecuencias indican que la fracción arcilla sufre translocación parcial. Los fragmentos de roca encontrados principalmente en los horizontes inferiores y constituidos por minerales resistentes al intemperismo y algunos minerales imtemperizables evidencia un contrasentido. A pesar de las condiciones severas de intemperismo, con una elevada tasa de lixiviación y sin estación seca definida, aún ocurren minerales imtemperizables, tales como la plagioclasa.

Como fue mencionado anteriormente, la acción del manejo alteró la estructura y consecuentemente el drenaje de los horizontes de los suelos bajo pastura. Evidencia de este hecho, además de la estructura, puede ser visto por la variación del color de los suelos. La presencia de moteados en los perfiles bajo bosque ocurre apenas en los horizontes inferiores para los perfiles 1 y 2. En el caso del perfil 3, debido a la posición que ocupa en el relieve (base de la toposecuencia) está influenciado por intenso flujo lateral de agua y la oscilación del nivel freático, manifestándose la gleización desde los horizontes superiores (A,B). De otro lado, la gleización se presenta inclusive en el perfil 5, básicamente el de mejor drenaje. El horizonte A y el transición AB son los que presentan mayores características de reducción química. Teóricamente el perfil 5, debería de tener el mejor drenaje de esta toposecuencia, si lo comparamos con la toposecuencia bajo bosque, donde el perfil 2, presenta el mejor drenaje. Por lo tanto, debido a la acción del manejo hubo modificaciones en las características de drenabilidad de estos suelos.

Los suelos de este estudio muestran una perceptible contracción-expansión, como lo demuestran las grietas de los mismos principalmente de los suelos bajo pastura. Esto indica que en determinados períodos

TABLA 1. Principales características morfológicas de los suelos bajo estudio.

Horizonte	Profundidad (cm)	Color en húmedo		Estructura (1)		Fragmentos roca (%)	(2) observaciones
		Matriz	Moteado	Grado	Tipo		
Perfil 1 (P1-Bosque parte alta)							
Al	0-6	10 YR 5/3		Fr-Mod	BS (Húmedo)	-	
BA	6-60	7.5 YR 4/4		Fr-Mod	BS (Húmedo)	-	Cutanes
Bt	60-100	5 YR 5/6		Mod	BS (Húmedo)	2	Cerosidad por segregación
BC	100-118	5 YR 5/6		Fr	BS (Húmedo)	3	Plintita
Cr	118-144	5 YR 7/3	5 YR 3/6		Ma*	10	Plintita-semiconcreciones
Rr	144-200	2.5 YR 7/2	2.5 YR 4/4		Max	-	
Perfil 2 (P2-Bosque parte media)							
Al	0-6	10 YR 3/3		Fr-Mod	BS (Húmedo)	-	
BA	6-56	7.5 YR 5/6		Fr Mod	BS (Húmedo)	-	
Bt	56-98	5 YR 5/8		Mod	BS (Húmedo)	-	Cutanes
BC	98-158	5 YR 5/8		Fr	BS (Húmedo)	5	Cutanes
Cr	158-200	2.5 YR 5/6	10 YR 7/2	Fr	BS (Húmedo)	1-	
Perfil 3 (P3-Bosque parte baja)							
Al	0-10	10 YR 4/3		Fr Mod	BS (Húmedo)	-	
AB	10-26	10 YR 5/4	10 YR 8/2	Fr-Mod	BS (Húmedo)	-	Cutanes
Bt	26-58	7.5 YR 5/6	7.5 YR 7/2	Mod	BS (Húmedo)	-	Nivel freático
Cr	58-95	5 YR 5/4	5 YR 7/3		Ma*	10	Concreciones ferruginosas 1%
Rr	95-150	5 YR 5/3	5 YR 7/2		Ma*		

(1) Estructura:

Fr = Débil

Mod = Moderada

BS = Bloques subangulares

\* = Se deshace en húmedo

Ma = Maciza

Gr = Granular

Ft = Fuerte

(2) Presencia de grietas principalmente en los perfiles 4, 5 y 6 debido al proceso de expansión y contracción

TABLA 1 (Continuación). Principales características morfológicas de los cuelos bajo estudio.

Horizonte	Profundidad (cm)	Color en húmedo		Estructura (1)		Fragmentos roca (%)	(2) observaciones
		Matriz	Moteado	Grado	Tipo		
Perfil 4 (P4-Pastura parte alta)							
Alp	0-3	10 YR 4/3	7.5 YR 4/4	Fr-Mod	BS Gr (Húmedo)		
ABg	3-10	10 YR 5/3	7.5 YR 4/4	Fr-Mod	Ma*	-	Cutanes
Bt	10-39	7.5 YR 5/6	10 YR 6/3	Mod-ft	BS (Húmedo)	-	Plintita 5 a 10%
BC	39-58	5 YR 4/3	10 YR 8/2	Mod	Ma*	-	
Cr	58-96	10 YR 5/8	2.5 YR 4/4		Ma*		
Rr1	96-160	7.5 YR 7/0	5 YR 8/2		Ma*	-	
Rr2	160-200	7.5 YR 7/0			Ma*		
Perfil 5 (P5-Pastura parte media)							
Alp	0-5	10 YR 4/2	10 YR 5/8	Fr-Mod	BS Gr (Húmedo)	-	
A3g	5-13	10 YR 5/2	7.5 YR 5/6	Fr-Mod	Ma*		Cutanes
BA	13-50	7.5 YR 5/4	7.5 YR 4/4	Fr	BS (Húmedo)		Congalaterítica 3%
Bt	50-92	7.5 YR 5/6	10 YR 5/2	Mod	BS (Húmedo)	-	
Cr	92-152	7.5 YR 6/8	10 YR 7/1	Fr	BS (Húmedo)		
Cr21r	152-200	10 YR 6/8	2.5 YR 3/4	Fr	BS (Húmedo)		
			10 YR 7/4				
Perfil 6 (P6-Pastura parte baja)							
Al	0-4	10 YR 5/2	5 YR 4/6	Fr-Mod	BS (Húmedo)	-	
A3g	4-14	10 YR 6/2	7.5 YR 4/4	Fr-Mod	BS (Húmedo)	5	Cutanes
Bt	14-44	10 YR 6/3	7.5 YR 7/6	Mod	BS (Húmedo)	-	Nivel freático
CR	44-114	5 YR 7/3	7.5 YR 5/6	Mod	Ma*	-	
Rr	114-170	5 YR 5/3	2.5 YR 5/2		Ma*		
			10 YR 7/2				

del año tales suelos están sujetos a secamiento, así se encuentren en régimen perhídico

Las fracciones limo y arcilla representan más del 70% de la granulometría en todos los horizontes de los suelos (Tabla 2) El gradiente textural está presente en todos los perfiles, lo que indica presencia del horizonte argílico cuando se asocia con la presencia de cerosidad. Aparentemente los 15 años bajo pastura no altera la composición textural. El elevado porcentaje de limo de estos suelos no deja de ser interesante, pues en las condiciones actuales de intemperismo tales suelos deberían tener un bajo porcentaje de limo. VAN WAMBEKE, (18) utilizó el porcentaje de limo como indicador de intemperismo, el cual, para suelos tropicales debe ser bajo. De acuerdo con esta regla, los seis perfiles estudiados son considerados poco intemperizados. Este elevado porcentaje de limo, hace que estos suelos sean distintos de los Ultisoles y Alfisoles originados de limonitas en las diversas regiones de Brasil. La participación de fracciones más gruesas es bastante pequeña.

Las arcillas dispersas en agua siguen una misma tendencia en todos los perfiles, o sea disminuyendo en profundidad. Los mayores valores están asociados a horizontes superficiales, debido a la acción dispersante de la materia orgánica. Comparando los perfiles de las dos toposecuencias, se nota que los perfiles bajo pasto presentan menor porcentaje de arcilla dispersa en los horizontes superficiales principalmente en los perfiles 5 y 6. Tal hecho puede ser atribuido a la clase de materia orgánica de estos perfiles. Por otro lado, los bajos valores de arcilla dispersa en agua en los demás horizontes indican baja movilidad de los constituyentes coloidales de estos suelos.

Los elevados valores de densidad apa-

rente del suelo (Tabla 3) en los horizontes inferiores, principalmente BC, C y R reflejan un material arcilloso poco poroso, originándose ahí la restricción del drenaje en estos horizontes. La limonita (\*) material de origen de estos suelos, es extremadamente compacta cuando comparadas con limonitas y arcillolitas\* de las diversas regiones brasileras, inclusive Amazonia (PROYECTO RADAM, 5). Los valores de la resistencia a la penetración (Tabla 3) presenta la misma tendencia de la densidad aparente. Al comparar tanto los valores de densidad aparente como de compactación de los suelos de las dos toposecuencias, se nota que tales valores son ligeramente superiores para los perfiles bajo pasturas, principalmente en los horizontes superficiales. Tal hecho, se debe a la acción del manejo, que a través del pisoteo del ganado compactó ligeramente a la superficie del suelo, alcanzando valores suficientes para causar trastornos en el drenaje.

Según estudios conducidos por PFEFFER, citado por GILL & BOLT (11), las raíces de las plantas pueden ejercer presiones axiales entre 7 y 25 bares (6.86 a 24.51 kg/cm<sup>2</sup>) y radiales de 4 a 7 bares (3.93 a 6.86 kg/cm<sup>2</sup>). EVIS et al, (9) obtuvieron valores máximos de presión axial de crecimiento entorno a 13 bares (12.74 kg/cm<sup>2</sup>) para raíces de algodón y maní. Esta capacidad de las raíces de ejercer presión puede ser menor bajo condiciones con deficiencia de oxígeno. Por lo tanto, es posible que en algunas áreas bajo pastura el nivel de compactación alcanzado, esté causando impedimento para la penetración normal de las raíces de algunas especies.

## CONCLUSIONES

Morfológicamente se desarrolló horizonte argílico en las dos toposecuencias, caracte-

\* Rocas sedimentarias de grano fino

TABLA 2. Composición granulométrica (en %) arcilla dispersa en agua, densidad aparente y resistencia a la penetración de los suelos.

Horizonte	Profundidad (cm)	Fracciones (mm)				Arcilla dispersa en agua %	Densidad g/cm <sup>3</sup>	R.P.* kg/cm <sup>2</sup>	Humedad %
		Arena gruesa (2-0,20)	Arena fina (0,20-0,05)	Limo (0,05-0,002)	Arcilla ( 0,002)				
Perfil 1 (P1 Bosque parte alta)									
Al	0-6	1	5	55	39	13	11	40	38
BA	6-60		5	46	49	23	14	55	39
Bt	60-100	-	4	38	58	1	14	-	
BC	100-118	-	3	44	53	1	16	-	
Cr	118-144		3	29	68	1	16	-	
Rr	144-200	1	2	50	47	2	-	-	
Perfil 2 (P2 Bosque parte media)									
Al	0-6	3	24	47	26	11	1.2	40	35
BA	6-56	1	20	41	38	18	1.5	50	34
Bt	56-98	-	17	35	48	8	17	-	
BC	98-158	1	21	31	47	3	1.7	-	
Cr	158-200	-	26	37	37	3	17	-	
Perfil 3 (P3-Bosque parte baja)									
Al	0-10	2	9	66	23	8	11	4.0	35
AB	10-26	2	8	67	23	9	13	5.7	25
Bt	26-58	1	7	53	39	19	1.7	6.5	24
Cr	58-95	-	5	43	52	4	18	-	
Rr	95-150	-	3	38	59	2	17	-	

TABLA 2 (Continuación) Composición granulométrica (en %) arcilla dispersa en agua, densidad aparente y resistencia a la penetración de los suelos.

Horizonte	Profundidad (cm)	Fracciones (mm)				Arcilla dispersa en agua %	Densidad g/cm <sup>3</sup>	R.P.* kg/cm <sup>2</sup>	Humedad %
		Arena gruesa (2-0,20)	Arena fina (0,20-0,05)	Limo (0,05-0,002)	Arcilla ( 0,002)				
Perfil 4 (P4-Pastura parte alta)									
Alp	0-3	1	9	55	35	13	11	78	35
ABg	3-10	1	9	50	40	18	12	85	35
Bt	10-39	-	6	41	53	3	15	70	36
BC	39-58		7	27	66	1	14	65	38
Cr	58-96	1	16	46	38	2	16	-	
Rrl	96-100	-	4	60	36	2	16	-	
Rr2	160-200	-	2	34	1	16	-	-	
Perfil 5 (P5-Pastura parte media)									
Alp	0-5	3	22	50	25	16	12	84	27
A3g	5-13	3	21	50	26	4	14	90	24
BA	13-50	1	20	49	30	8	14	105	25
Bt	50-92	1	14	40	45	2	16	-	
Cr1	92-152		40	24	36	2	16	-	
Cr2lr	152-200	4	17	43	36	1	17	-	
Perfil 7 (P6-Pastura parte baja)									
Alp	0-4	3	10	65	22	15	14	60	31
A3g	4-14	3	11	64	22	9	15	78	25
Bt	14-44	1	11	51	37	5	17	118	25
Cr	44-114		6	52	42	6	20	-	
Rr	114-170	-	3	41	54	2	19	-	

\* Resistencia a la penetración.

TABLA 3. Densidad y resistencia a la penetración de los suelos.

Horizonte	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Resistencia a la penetración kg/cm <sup>2</sup>	Humedad %
Perfil 1 (Bosque parte alta)			
Al	11	49	38
BA	14	55	39
Bt	14	-	-
Bc	16	-	-
Cr	16	-	-
Rr		-	-
Perfil 2 (Bosque parte media)			
Al	12	40	35
BA	15	50	34
Bt	17		
Bc	17	-	-
Cr	17	-	-
Perfil 3 (Bosque parte baja)			
Al	11	40	35
BA	13	57	25
Bt	17	65	24
Bc	18		
Cr	17	-	-
Perfil 4 (Pastura parte alta)			
Alp	11	78	35
ABg	12	85	35
Bt	15	70	36
Bc	14	65	-
Cr	16	-	-
Rr1	16	-	-
Rr2	16	-	-
Perfil 5 (Pastura parte media)			
Alp	12	84	27
A 3g	14	90	24
BA	14	105	25
Bt	16	-	-
Cr1	16		
Cr2r	17	-	-
Perfil 6 (Pastura parte baja)			
Al	11	40	35
BA	13	57	25
Bt	17	65	24
Bc	18		
Cr	17	-	-

terizado principalmente por el gradiente textural, grado moderado de estructura y pequeña cantidad de cerosidad

En los perfiles bajo pastura se presentan señales de reducción (moteados y concre-

ciones) en todos los horizontes, lo que contrasta con los perfiles bajo bosque natural, que solamente los presenta en los horizontes inferiores, factor éste, debido al manejo empleado, asociado al ambiente perúdic de humedad y a las características genéti-

cas de los suelos, lo que motivó una disminución en la macroporosidad y consecuentemente el desarrollo de capas compactas y encharcamiento temporal. Condiciones que influyen para que en estas áreas con pasturas, se acelere el proceso de degradación de los suelos.

En los suelos estudiados se ha desarrollado una estructura de bloques subangulares débiles en los horizontes superiores que tiende a volverse maciza con el pisoteo del ganado en la transición AB y A3 g. En tanto, que en el horizonte argílico no hay alteración de la estructura. Los horizontes C y R presentan estructuras macizas, lo cual puede ser herencia del material de origen.

Los suelos bajo pasto presentan señales de contracción y expansión como lo demuestran las grietas formadas durante los períodos de sequía.

Las fracciones limo y arcilla representan más del 70% de la granulometría en todos los horizontes de los suelos estudiados.

La presencia de cerosidad en los horizontes inferiores y los valores de arcilla dispersa en agua, que tienden a disminuir en profundidad, indican que la fracción arcilla sufre translocación parcial.

Los valores de densidad aparente son en general altos en las toposecuencias (1,1 g/cm<sup>3</sup> en A1, 1,4 g/cm<sup>3</sup> en B y 1,6 a 2,0 g/cm<sup>3</sup> en C o R) y tienden a incrementarse en profundidad.

Los valores de la resistencia a la penetración son mayores en los suelos bajo pasto, a pesar de que los valores de humedad son similares en las dos toposecuencias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARELLANO, M.T. 1972 Estudio de suelos C I Macaqual, 60 p
2. BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. 1956 Soil Physics New York, John Wiley & Sons 3 Ed 459 p
3. BILLOT, J.F. 1977 Les applications agronomiques de la penetrometrie a l'etude de la structure des sols travaillés C N E E M A B I 237 187 202
4. BRADY, N.C. 1979 Natureza e propriedades dos solos Freitas S A Rios de Janeiro, 647 p
5. BRASIL. 1976 Projeto Radam Pedologia Departamento Nacional Producao Mineral, Rio de Janeiro Folha SC 19, Rio Branco 2 169-312
6. CIAT. 1983 Oxisoles y Ultisoles en América Tropical Cali Colombia. 53 p
7. Cintra, F.I.D., Miellniczuk, J. 1983 Potencial de algumas especies vegetais para a recuperacao de solos com propriedades fisicas degradadas Revista Brasileira de Ciencias de Solo, 7 197 201
8. Dematté, J L I 1988 Manejo de solos ácidos dos trópicos umidos, regio Amazonica Fundacao Cargill, Campinas-SP, Brasil 215 p
9. Evis, B W ; Ratliff, I.F.; Taylor, H.M. 1969 Use of dead load technique to determine axial root growth pressure Agronomy Journal, 61 640-643
10. Bavande, S A. 1972 Física de Suelos Centro Regional de Ayuda Técnica (A I D ), México, 351 p
11. Gill, R W , Bolt, G H 1953 Studies of root growth pressure exerted by plants Agronomy Journal, 47(4) 166-168
12. Gómez, I.A. 1985 Caracterizacao e gênese do Podzólico Vermelho Amarelo Alíco de Argila de Atividade Alta da Regiao umida do Nordeste Brasileiro Piracicaba SP ESALOU/USP, 198 p (Tese de Doutorado)
13. Kiehl, E.J 1979 Manual de Edafología 262 p

- 14 **Moniz, A.C.; Buol, S.W.; Weed, S.B.** 1983 Lateral water movement in Oxisol-Ultisol transtion Agronomic Economic Research on Soil of the Tropics 1980-1981 Technical Report, Raleigh, North Carolina, pp 120-129
- 15 **Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo** 1976 Comissao de Método de Trabalho de Campo Manual de Método de Trabalho de Campo, Campinas, 36 p
- 16 **Soil Survey Staff** 1975 Soil Traxonomy: A Basic Syxtem of Soil Classification for Making a Interpreting Soil Survey. U.S.D.A., Soil Conservation Service. Agriculture Handbook, 436:754.
17. **Tanaka, A.; Sakuna, T.** 1984, agro-escoglal condition of the Oxisol - Ultisol area of the amazon river system Faculty of Agriculture Hokkaido University, Sapporo. 060 Japan, 101 p.
- 18 **Van Wambeke, A.** 1974 Management Properties of Ferrosols Rome, FAO, 129 p
19. **Velhmeyer, F.J. & Hendricks, A.H.** 1984. Soil Soil Density and root penetration Soil Science, Baltimore, 65(6) 487-493.