

II. MINERALOGIA, MICROMORFOLOGIA Y GENESIS

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

RESUMEN

Los perfiles bajo bosque de la región objeto del estudio presentan señales de reducción en los horizontes inferiores, mientras que los perfiles bajo pastura los presenta en todos los horizontes debido al encharcamiento temporal. En este proceso de reducción, fue constatada la destrucción de hematita y formación de goetita. En los perfiles bajo bosque hay dominancia de hierro cristalino y en los perfiles bajo pastura hay dominancia de hierro amorfo. Fuera de estas modificaciones de los óxidos de hierro, no hubo alteración significativa en la mineralogía, tanto de las fracciones gruesas, como de las fracciones finas de los suelos bajo bosque y bajo pastura. Los perfiles P1 y P2 bajo bosque fueron clasificados como Typic Tropudult, el P3 y los perfiles bajo pastura P4, P5 y P6 fueron clasificados como Epiaquic Tropudults.

Palabras Claves Adicionales: Ultisol, Óxido de Hierro, Hematita, Goetita.

ABSTRACT

Mineralogy micromofology and genesis of an ultisol from the Amazon Piedemont (Caqueta-Colombia)

The profiles under forests showed reduction characteristics in the lower horizons, in contrast with the profiles under pasture which showed the previous characteristics in all the horizons, due to the temporary flooding. In this process of reduction were evidenced hematite destruction and goethite formation, crystalin iron was the dominant mineral in whereas amorphous iron was the dominant material in the profiles under pasture. Besides, these changes caused by the reduction process in the iron oxide, there was not any meaning alteration in the mineralogy in both the gross fractions and the fine fraction of the soil forests and the soil under pasture. The profiles P1 and P2 under forests were classified as Typic Tropudult, the profiles P3 and the profiles under pasture, P4, P5 and P6 were classified Epiaquic Tropudult.

Additional Key Words. Ultisol, Iron Oxide, Hematite, Geotite

Sección Recursos Naturales, Instituto Colombiano Agropecuario, CI Macagual, A.A 337 Florencia, Caquetá

El material de origen es variable, predominan áreas de ocurrencia de material arcillo-limoso, formados por sedimentos de la Cordillera Oriental

Con el desmote del bosque natural y la implantación de las pasturas se modifican algunas propiedades de los suelos, que en la mayoría de los casos conducen a una degradación de estas áreas, después de un corto tiempo de utilización. Para tener un mejor conocimiento de estos cambios los cuales influyen directamente en la producción y productividad de tales zonas, es necesario estudiar las variaciones en las propiedades mineralógicas, lo que se pretende hacer con el presente trabajo. A través de estudios de campo fueron descritos seis perfiles de suelos en dos toposecuencias

Las micas presentes en los suelos normalmente son heredadas de los materiales de origen FANNINF y KERAMIDAS, (10) Micas dioctahédricas como la muscovita son generalmente más resistentes al interperismo, que las micas trioctahédricas como las biotitas JACKSON et al, (12) estudiando la descomposición de la mica encontró la siguiente secuencia de alteración mica --- → illita --- → vermiculita --- → esmectita

KELLER (17), relató que el primer estado en la interperización de la mica, es caracterizado químicamente por la remoción y disolución de potasio, magnesio y por oxidación del hierro, ocurriendo expansión del mineral para formar interestratificados illita-esmectita y/o vermiculita. La vermiculita puede ser relativamente estable, pero en las fracciones muy finas es transformada en esmectita, siendo éste un proceso típicamente de desilicización. La transformación de las micas en arcillo-minerales 2:1 expansivos, ocurre por el intercambio de potasio con cationes hidratados, manteniéndose

la estructura de la mica en los nuevos productos. Esos productos pueden sufrir otras alteraciones, particularmente en medio ácidos donde puede ocurrir destrucción de los arcillo-minerales expansivos formados y/o la precipitación de polímeros de aluminio en las capas de las vermiculitas y esmectitas, dando origen a cloritas y arcillo-minerales aluminosos

En el suelo la vermiculita dioctahédrica es más común que la trioctahédrica JACKSON, (13) Esto se debe probablemente a la mayor estabilidad de la estructura de la muscovita, en relación a biotita y a la estabilidad producida por la precipitación de polímeros de aluminio, en las interláminas de esos arcillo-minerales

RICH y OBSESHAIN (25), concluyeron que la vermiculita aluminosa presente en los Ultisoles por ellos estudiados, era proveniente del interperismo de la muscovita a través de la pérdida de potasio y sustituido por el aluminio. En condiciones de pH menor de 6.0 la vermiculita se puede transformar directamente en caolinita ISMAIL, (11) KITTRICK (18), consideró a la vermiculita un producto intermedio inestable en el interperismo de las micas, que desaparece del suelo dando formación a esmectita y/o caolinita. La presencia de vermiculita en suelos tropicales como producto intermedio de la alteración de la mica en caolinita, fue constatada por varios autores MONIZ y JACKSON (22), ESCOBAR et al, (8), DEMATTE et al, (6).

JACKSON (14), concluyó que los arcillo-minerales expansivos en el suelo tienden a evitar la formación de gibsitita, a través de la precipitación de los polímeros de aluminio en sus interláminas, lo que fue llamado por él efecto "antigibsitico". RICH (24) concluyó que varios arcillo-minerales expansivos pueden retener polímeros de aluminio hidroxiliados

WADA (30), Relató que la presencia de aluminio activo en suelo, puede ser constatada cuando se encuentran:

- a. Silicatos aluminosos no cristalinos
- b. Polímeros de aluminio hidroxilados presentes en las interláminas de los arcillo-minerales 2:1 y 2:1:1.
- c. Complejos formados humus y aluminio
- d. Aluminio intercambiable retenido por arcillo-mineral.

El aluminio activo según ese autor modifica las características de carga del complejo de intercambio, crea acidez y reacciona con aniones como fosfatos y sulfatos, contribuyendo de esta manera a una mayor absorción por el suelo.

Según SCHWERTMANN (26), la hematita es inestable en presencia de materia orgánica y elevada humedad transformándose en goetita. Esta transformación puede ser fácilmente detectada en el campo, pues está acompañada por un cambio de color rojo, presentes en los horizontes donde predomina la hematita, a un color amarillo donde predomina la goetita SCHWERTMANN, (26), BIGHAM et al, (2), MONIZ et al (22).

El SOIL SURVEY STAFF (27), en la génesis del horizonte argílico, enfatizó que éste presenta un horizonte iluvial en el cual hay suficiente acumulación de arcilla a través del proceso de iluviación, con arcilla desplazándose de un horizonte a otro o dentro del mismo horizonte. En climas perhúmedos las evidencias de migración de arcilla son pocas

MONIZ et al, (22) estudiando la génesis de los horizontes argílicos y óxidos en Itatia y Mogi-Cuacu concluyeron que las di-

ferencias relacionadas con el flujo lateral y basal del agua son los dos factores más importantes en la formación y desarrollo de esos horizontes. Según esos autores, la saturación del suelo por el agua, seguida de períodos de secado proporciona condiciones favorables para el desarrollo de una estructura en bloques, debido a que los materiales del suelo son comprimidos por la presión causada por la tensión del agua en los poros durante el proceso de secado

MATERIALES Y METODOS

La extracción del hierro y aluminio por el método del citrato bicarbonato-ditionita (CBD), fue hecha de acuerdo al método de JACKSON (24) La extracción del hierro y aluminio por el oxalato de amonio fue realizada de acuerdo al método McKEACUE & DAY (20)

La identificación de los minerales en la fracción arena fina (0.05 - 0.02 mm) se realizó según el método de PARFENOFF et al, (23)

Los análisis de rayos X y térmico diferencial fueron hechos de acuerdo con el método de JACKSON (14) Y vettori (29) La identificación cualitativa de los minerales presentes fue realizada a través de sus reflexiones más intensas según BROWN (4), JACKSON (14), WARSHAW & ROY (31) Y JOINT COMMITTEE ON POWDERM DIFFRACTION STANDARDS (15) Para la obtención de difractogramas de rayos X, se utilizó un equipo con tubo de cobre y filtro de níquel Las muestras fueron irradiadas en el intervalo de 2 a 40° del ángulo 2θ .

El estudio cualitativo de los principales óxidos de hierro presentes en los suelos, fueron realizados en muestras de la fracción arcilla, que no fueron sometidos a re-

moción de hierro libre y se trataron con NaOH 5M KAMPF & SCHEWERTMANN, (16) Esas muestras fueron analizadas en forma pulverizada y utilizando una lámina especial de aluminio. La irradiación fue en el intervalo de 20 a 60° del ángulo 2θ

El análisis térmico diferencial, fue usado para la determinación cuantitativa de la caolinita en la fracción arcilla (< 0.002 mm). El equipo utilizado en esos análisis fue de la marca Rigaku con registrador gráfico y velocidad de calentamiento de 10°/min, en atmósfera normal.

Análisis Micromorfológico.

Para el análisis micromorfológico fueron colectadas muestras no disturbadas de los horizontes A, B y C, colocando la posición vertical de las muestras en el perfil. En la impregnación de esas muestras se siguió el método propuesto por MENDEZ et al, (21), con algunas modificaciones. El estudio de las láminas delgadas fue hecho con auxilio del microscopio polarizante y se siguió las recomendaciones de BREWER (3)

RESULTADOS Y DISCUSION

Distribución de los Oxidos de Hierro y Aluminio.

Los valores de hierro extraído por el Ditionito Citrato Bicarbonato de Sodio (Fe-CBD), y por el Oxalato de amonio (Fe-OX) se presentan en la Tabla 1. Tales valores son menores a los encontrados por el ataque sulfurico debido a los siguientes hechos

- La existencia de compuestos de hierro libre que resiste la extracción por CBD,

- Presencia de hierro que hace parte de la estructura de los silicatos; y al hierro que se encuentra en las interláminas de los arcillo-minerales 2 1

La distribución del hierro (Fe-CBD) en profundidad tiende a aumentar ligeramente, con pequeñas alteraciones observadas en esa tendencia. De manera general, esos resultados acompañan a aquellos del ataque sulfurico. Con relación a la posición en el relieve, los mayores valores de Fe-CBD se presentan en las partes más altas (P1 y P4). Los valores intermedio, son encontrados en la parte media de las toposecuencias (P2 y P5) y los menores valores en las partes bajas (P3 y P6). Los mayores valores del Fe-CBD se presentan en el bosque. Esto sugiere que hay una pérdida de hierro libre en los suelos bajo pastura. Tal hecho se verifica con lo observado en los perfiles P4, P5 y P6 que presentan un drenaje más restringido y un proceso de reducción en todo el perfil. La distribución de Fe-CBD acompaña de manera general los valores de la fracción arcilla. Tales resultados sugieren que la lixiviación debe ser un proceso actuante en la formación del horizonte B de esos suelos.

En cuanto al Fe-Ox, los valores son menores que los encontrados con Fe-CBD, principalmente en los suelos del bosque. En los suelos bajo pastura las diferencias son más pequeñas. Por lo tanto, se puede deducir que el hierro cristalino se está transformando rápidamente en hierro amorfo, en los suelos bajo pastura.

Las formas de hierro amorfo (más activas) son preferencialmente solubles en oxalato de amonio, en tanto que el CBD extrae las formas amorfas y cristalinas. Así la razón (Fe-Ox/CBD) viene siendo propuesta como indicativa del grado de cristalinidad de los óxidos del hierro en los suelos. El hierro activo, tiende a decrecer en profundidad en

todos los suelos estudiados. Los perfiles bajo pasto presentan valores más elevados de hierro activo principalmente en los horizontes superficiales, lo que evidencia la influencia del manejo empleado.

El aluminio amorfo (Al-Ox) en los perfiles del bosque aumentan en el sentido P1 hacia P3 y en los perfiles bajo pasto, los mayores valores se presentan en P4 y P6 (Tabla 1).

Mineralogía de la Fracción Arena.

Según los resultados mineralógicos de la fracción arena fina, dentro de los minerales livianos hay dominancia de cuarzo en todos los suelos estudiados. Los feldespatos corresponden al segundo mineral liviano en abundancia. Hay una ligera tendencia de concentración de feldespatos en los horizontes inferiores, por lo que se puede afirmar que los feldespatos de ocurrencia en los horizontes superiores son heredados del material de origen. No se encontró ninguna distinción entre minerales livianos, en los perfiles estudiados. La contribución de minerales magnéticos, es muy pequeña para tales suelos (ilmenita y magnetita). Dentro de los minerales pesados, hay dominancia de los no magnéticos (augita, turmalina, epidota, granada) para todos los perfiles estudiados, predominando los opacos (óxido de hierro). Además de los anteriores minerales hay buena contribución de rutilo circón.

Mineralogía de la Fracción Limo.

Los difractogramas de rayos X de la fracción limo, están indicados en la Figura 1. De manera general, hay uniformidad en relación a la composición mineralógica de esta fracción. El cuarzo identificado por los picos de mayor intensidad, a 4 25 Å, 3 3 Å, 2 46 Å y 2 29 Å, ocurre en todos los perfiles,

siendo el mineral dominante en esta fracción.

El otro mineral primario que ocurre en esta fracción, pero en pequeña cantidad son los feldespatos plagioclasa (espaciamiento de 3 22 Å a 3 12 Å). También las micas (espaciamiento a 10 0, 5 0, 3 3 Å). La dominancia de las micas se presentan en los horizontes inferiores. Como mineral secundario ocurre la caolinita identificada con los picos 7 2 Å y 3 5 Å, pero en pequeña cantidad. Aparentemente no hay distinción mineralógica entre los perfiles de las dos toposecuencias.

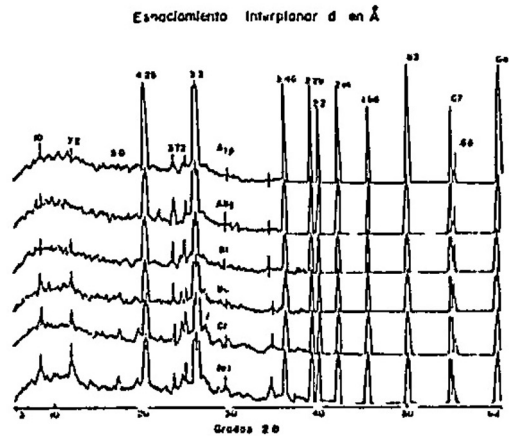


FIGURA 1 Difractogramas de rayos-x de la fracción limo (0,05-0,02 mm) sin óxidos de hierro, del perfil P4

Mineralogía de la Fracción Arcilla.

Las Figuras 2 y 3 muestran los difractogramas del horizonte AB del perfil F1 y del horizonte Bt del perfil P6 respectivamente. Los minerales identificados en esta fracción, fueron la caolinita, mica, minerales interestratificados, vermiculita, montmorillonita y pequeñas cantidades de cuarzo. La caolinita fue identificada por los picos en las regiones de 7 1 (1° orden) y en las regiones de 3 57 a 3 60 Å (2° orden). Tales espaciamentos desaparecen en las muestras sa-

TABLA 1. Hierro y Aluminio extraído por el CBD y por el oxalato de amonio de las muestras de suelo estudiadas.

Horizonte	CBD		Oxalato de amonio		Hierro Activo	Aluminio Activo
	Fe_2O_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	Fe ox x 100	Al_2O_3 ox
	%		%		Fe CBD	Al_2O_3 CBD
Perfil 1 (P1-Bosque Parte Alta)						
Al	17	06	07	-	412	-
BA	30	06	07	0.2	233	333
Bt	33	10	03	0.5	91	500
BC	29	15	03	0.6	103	400
Cr	33	19	01	0.8	30	421
Rr	31	24	01	1.1	32	458
Perfil 2 (P2-Bosque Parte Media)						
Al	19	06	05	0.4	263	667
BA	2.1	14	05	0.8	238	571
Bt	2.9	23	02	2.2	68	478
BC	2.9	28	02	1.9	68	678
Cr	2.2	28	03	1.7	90	607
Perfil 3 (P3-Bosque Parte Baja)						
Al	14	0.9	0.6	0.6	428	666
AB	16	2.5	0.7	1.3	437	520
Bt	19	2.8	0.4	1.5	210	535
Cr	2.3	1.4	0.3	0.4	130	285
Rr	2.3	2.9	0.1	1.9	43	655
Perfil 4 (P4-Pastura Parte Alta)						
A1p	19	4	1.3	1.9	684	791
ABg	2.1	2.1	1.5	1.5	714	714
Bt	2.4	2.8	0.6	1.5	250	535
BC	2.4	2.8	0.2	1.3	83	464
Cr	2.7	1.2	0.1	0.8	37	666
Rr1	0.2	1.2	0.1	0.8	500	666
Rr2	0.0	1.4	0.0	1.1	-	785
Perfil 5 (P5-Pastura Parte Media)						
A1p	1.2	1.2	1.2	0.8	1000	666
A3g	1.2	1.4	1.2	0.6	1000	428
BA	1.4	1.9	0.8	1.1	571	579
Bt	1.7	2.1	0.4	0.8	235	380
Cr1	1.2	2.0	0.2	0.6	166	300
Cr2ir	2.1	2.0	0.2	0.6	95	300
Perfil 6 (P6-Pastura Parte Baja)						
A1p	1.1	1.7	1.1	1.3	1000	764
A3g	1.4	1.8	1.2	1.1	857	611
Bt	1.7	1.8	0.6	1.3	352	722
Cr	1.1	2.0	0.2	1.5	181	750
Rr	2.5	2.3	0.1	1.1	40	478

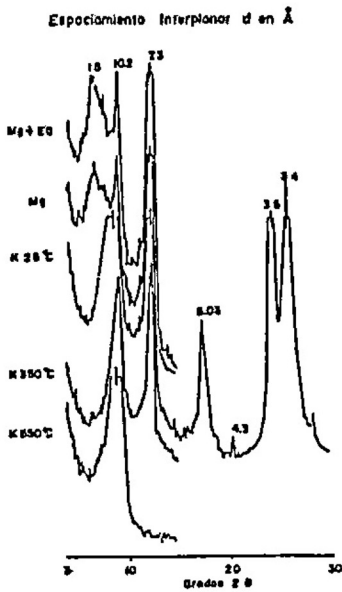


FIGURA 2. Difractogramas de rayos-x de la fracción arcilla ($< 0,002\text{ mm}$), sin óxidos de hierro del horizonte AB del perfil P1.

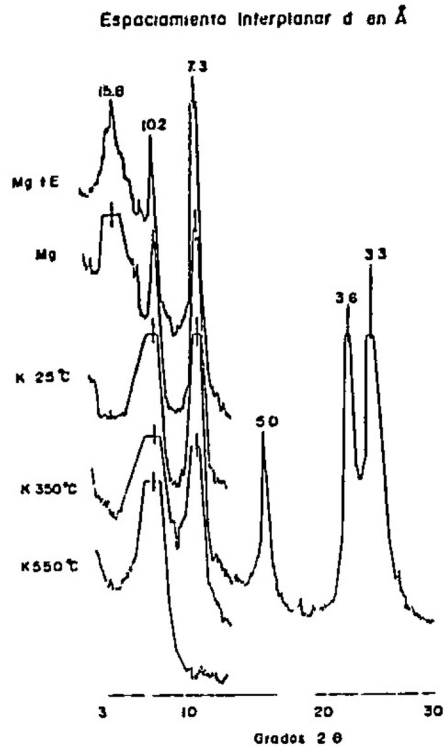


FIGURA 3. Difractograma de rayos-x de la fracción arcilla ($< 0,002\text{ mm}$) sin óxidos de hierro del horizonte Bt del perfil P6

turadas con K y calentadas a 550°C La mica fue identificada por los picos en la región de 10 0, 5 0 y 3 3 Å. Esos picos no sufren alteración cuando las muestras son glicoladas y/o calentadas. Los minerales interestratificados fueron identificados por la ocurrencia de una profusión de picos entre 10 y 15 Å en las muestras saturadas con K, Mg, y Mg-glicol. El cuarzo fue identificado por el pico estrecho en la región de 4 3 Å y 3 24 Å. Sus picos son de baja intensidad. Picos en la región de 12 Å que se trasloca para la región de los 14 Å con glicolación y colapsa en 10 Å con calentamiento a 350°C , fueron identificados como correspondientes a la vermiculita. La esmectita en los perfiles estudiados está en la forma de mineral interestratificado mica-esmectita.

La goetita y hematita fueron identificadas en las muestras de la fracción arcilla que fue sometida a remoción de hierro libre y se trataron con $\text{NaOH } 5\text{ M}$. La goetita fue detectada por los picos 4 18 Å, 2 70 a 2 71 Å y 2 43 a 2 45 Å. La hematita fue identificada por los picos 3 68 a 3 70 Å, 2 70 Å y 2 51 a 2 57 Å (Figura 4). Los picos son más evidentes en los perfiles del bosque (P1, P2 y P3) y en los horizontes inferiores de los perfiles bajo pastura. En los horizontes superiores prácticamente desaparecen debido al ambiente reductor.

La Tabla 2, muestra la composición mineralógica semicuantitativa de la fracción arcilla de los seis perfiles. Los porcentajes

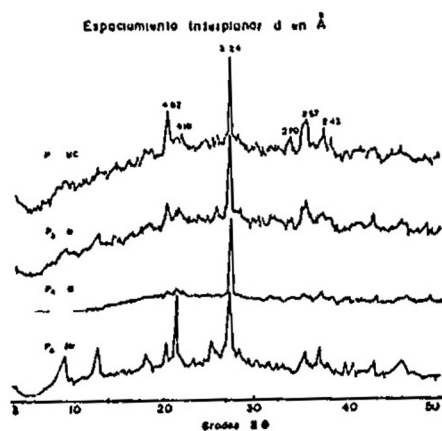


FIGURA 4 Difractogramas de rayos-x de la fracción arcilla ($< 0,002 \text{ mm}$) tratado con NaOH 5M de los horizontes BC del P1, Bt del P3, Bt del P4 y Rr del PG

de vermiculita y esmectita que ocurren en la forma de interestratificados con los amorfos fueron calculados restándole a 100% los porcentajes de caolinita e illita. El análisis térmico diferencial utilizado en la identificación y determinación cuantitativa de la caolinita no acusó presencia de gibsita.

Los perfiles presentan porcentajes de caolinita variando de 24 a 42 siendo que los mayores porcentajes corresponden al perfil P1.

El porcentaje de mica fue determinado a través del porcentaje de potasio total variado del 15 al 25% y en general aumenta con la profundidad del suelo. Concentraciones de mica en los horizontes Bt como el P1 puede ser atribuida al proceso de lixiviación según FANNING & KERAMIDAS (10).

Aparentemente, el análisis mineralógico de la fracción arcilla, con excepción de la hematita y goetita no varía significativa-

mente en las dos toposecuencias estudiadas. Tales resultados indican elevada homogeneidad del material de origen de estos suelos.

Micromorfología.

Los análisis micromorfológicos, en secciones delgadas de las muestras de los horizontes de los seis perfiles, indican que los granos del esqueleto son formados, principalmente por cuarzo, feldespatos y mica. El esqueleto constituye entre el 7 y 35% de la matriz de estos suelos. Los mayores valores se presentan en los perfiles correspondientes a la parte media de las toposecuencias, con la consecuente disminución del plasma de esos perfiles. Los feldespatos y las micas son mayores en los horizontes Cr y Rr y disminuye en los horizontes Bt y BC, indicando que la intemperización de estos minerales va a dar formación al plasma.

El plasma en los horizontes Bt varía de 58 a 80% y su coloración es rojo-amarillento en los perfiles P1, P2 y P3, amarillo pardo en el perfil P4 y pardo fuerte en los perfiles P5 y P6.

La estructura del plasma de los seis perfiles es silasépica, argilasépica y bromasépica. La intemperización de los feldespatos, da origen a un plasma incoloro que se torna amarillo por el recubrimiento del hierro liberado, por el intemperismo de las micas. La distribución relatada (plasma x esqueleto) es Porfíric, evidenciado un plasma casi continuo con gránulos aislados dentro del mismo.

Las características pedológicas que aparecen en esos perfiles son: Nódulos, cutánes y pápulas.

TABLA 2. Composición mineralógica semi-cuantitativa (%) de fracción arcilla (<0.002 mm) de los suelos

Horizonte	Caolinita	Micas	2: 1 + Amorfo
	%		
	Perfil 1	(P1 Bosque Parte Alta)	
Al	35	8	47
BA	42	20	38
Bt	35	15	50
Bc	40	20	40
Cr	42	22	36
Rr	31	25	44
	Perfil 2	(P2 Bosque Parte Media)	
Al	33	21	46
BA		19	
Bt	-	18	
Bc	36	22	42
Cr		24	
	Perfil 3	(P3-Bosque Parte Baja)	
Al	31	20	49
AB	-	25	
Bt		19	-
Cr	-	17	-
Rr	31	17	52
	Perfil 4	(P4-Pastura Parte Alta)	
A1p	-	20	-
ABg	36	21	43
Bt	33	20	47
Bc		18	
Cr	-	23	-
Rr1	-	23	
Rr2	31	24	45
	Perfil 5	(P5-Pastura Parte Media)	
A1p	31	22	45
A3g	-	22	-
BA	-	21	-
Bt	35	15	60
Cr1		23	
Cr2ir		24	-
	Perfil 6	(P6-Pastura Parte Baja)	
A1P		18	-
A3g		18	
Bt		18	
Cr	33	20	47
Rr	24	24	52

Consideraciones respecto a génesis.

Los perfiles de las dos toposecuencias, poseen características en común, con relación a la mineralogía, por lo cual, se pueden tratar de manera semejante

La caolinita en los horizontes inferiores, puede haber sido formada a partir de feldespatos, como fue constatado por ESWARAN Y BIN (9) Tal mineral posiblemente ocurre bajo la forma de pseudomorfo de feldespato. En el solun (A + B) con el aumento del grado de intemperismo, este mineral se transforma en caolinita, mineral más estable en las actuales condiciones

La illita heredada del material de origen, se transforma en los horizontes inferiores en interestratificado illita-esmectita. La permanencia de esmectita, en medio ácido, puede ser explicado como la resultante de la percolación lenta del agua en esos suelos, debido a la textura arcillosa y a la presencia elevada de arcillo-minerales de estructura 2:1, mica y vermiculita. La biotita se transforma en vermiculita

Por lo tanto, en los horizontes superiores la esmectita es desestabilizada y destruida a partir del horizonte Bt. Los productos de descomposición de la esmectita se pueden precipitar y formar caolinita u óxidos e hidróxidos de diversos minerales FANNING Y KERAMIDAS, (10)

La evolución mineralógica, que se procesa en el suelo donde los feldespatos y micas sufren alteraciones que conducen a la formación de caolinita, envuelve una fuerte desilificación. Esta desilificación decrece con la profundidad del suelo, como lo indican los porcentajes de tipo de arcillo-minerales presentes

La hematita, en gran parte heredada del mineral de origen, sufre disolución en los

horizontes superficiales de esos perfiles, como lo evidencia los análisis por rayos X y la micromorfología. Según SCHWERTMANN (26), la humedad y los compuestos orgánicos actúan en esa reacción, reduciendo y acomplejando el hierro. La subsecuente oxidación y precipitación de este elemento va a formar la goetita.

La aluminización intensa, que ocurre en esos suelos es resultante de la acción del agua de drenaje, que remueve las bases intercambiables fuera de los perfiles, tornándolos desaturados y ácidos. El aluminio proveniente de la alteración de los feldespatos y micas, pasa a ocupar el lugar de los cationes básicos, en las superficies de los coloides

El alto porcentaje de arcilla presente en los horizontes Bt es en parte heredada del material de origen, como en el caso de los suelos desarrollados de lutitas. Todavía las alteraciones in situ de los feldespatos y micas en el horizonte C y en el solun, son responsables por una gran parte del porcentaje de arcilla total

Clasificación de los Suelos.

Las características de color de los horizontes superficiales, con la tonalidad e intensidad mayor de 3.5 asociada al porcentaje de materia orgánica, permite clasificar un epipedón ócrico, para todos los perfiles estudiados. La variación textural entre los horizontes A y B, asociados a la ocurrencia de cutanes de iluviación, indican la posibilidad de clasificar horizontes argílico para estos perfiles SOIL TAXONOMY, (26)

Los datos climáticos indican régimen isohipertérmico y perúdicico, estos, junto con el porcentaje de materia orgánica permiten clasificar los suelos como Udults. Los perfiles 1 y 2 de los suelos bajo bosque son

clasificados como Typic Tropudult y los tres perfiles bajo pastura junto con el perfil 3 bajo bosque como Epiaquic Tropudults

CONCLUSIONES

En el proceso de reducción que ocurre en los suelos bajo pastura, sucede destrucción de hematita y formación de goetita

En la fracción arena fina hay dominancia de cuarzo y en menor proporción se encuentran feldespatos y micas. Aparentemente no ha ocurrido modificaciones importantes dentro de los minerales livianos, cuando se desmontan los suelos bajo bosque.

En la fracción limo tampoco se presentan cambios importantes

En la fracción arcilla se identificaron caolinita, mica, minerales interestratificados, vermiculita, montmorillonita y pequeñas cantidades de cuarzo, no presentándose diferencias significativas en las dos toposecuencias

La capacidad de intercambio en los horizontes B y C de esos suelos desaturados, está marcada por la presencia de aluminio intercambiable, el cual es proveniente principalmente de la alteración de los feldespatos, micas y destrucción de las esmectitas. La CIC de la fracción arcilla de manera general disminuye del horizonte C hacia los horizontes superficiales, debido al aumento de caolinita acompañada de la disminución del porcentaje de minerales 2.1.

El esqueleto de los granos constituye entre el 7 y 35% de la matriz de estos suelos y son formados principalmente por cuarzo, feldespatos y micas. En los horizontes Cr

y Rr los feldespatos y micas están en mayor porcentaje y disminuyen en los horizontes Bt y BC indicando que la intemperización de estos minerales va a dar formación de plasma

Los perfiles P1 y P2 bajo bosque fueron clasificados como Typic Tropudult, el P3 y los perfiles bajo pastura P4, P5 y P6 fueron clasificados como Epiaquic Tropudults

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Arellano, M.T 1972 Estudio de suelos C I Macagal, 60 p mimeografiado
- 2 Bigham, J M , Golden, D.C., Bowen, L.H , Buol, S.B , Weed, S.B. 1978B Mossbauer ans X - ray evidence for the pedogenic transformation of hematite to goetita. Soil Science Society of America Journal, Madison, 42 979-981
- 3 Brewer, R 1976 Fabric and mineral analysis of soil New York, Wiley & Sons, 470 p
- 4 Brown, G 1961 The X ray identification and cristal structure of clay minerals Mineralogical Society London, 544 p
- 5 Delvigne, J 1982 Micromorfología alteracoes minerais Instituto de Geociencias-USP, Sao Paulo, 149 p (mimeografiado)
- 6 Dematte, J L I , Moniz, A C & Pessotti, J.E S 1977 Solos originados de sedimentos do grupo geológicos Estrada Nova municipio de Piracicaba I Analise mineralogica quantitativa de fracao argila Revista Brasileira de Ciencia do Solo 1 43-47
- 7 Dixon, J B 1966 Quantitative analysis of kaolinite and gibbsite in soils by differential thermal analysis and selective dissolution methods Clays Minerals Proc 14 Th Conf Pergamon Press New York, pp 83-89
- 8 Escobar, E H , Dematte, J L I & Moniz, A C 1972 Génesis y clasificación de algunos suelos de la cuenca de arroyo Tijuco Preto, municipio de Rio das Pedras - SP Analises mineralogico quantitativo de la fracción arcilla REV Inv Agro-

- pec, INTA, Buenos Aires, Argentina, Série 3, 9 89-108
9. **Eswaran, H.; Bin, W.C.** 1978 A study of a deep weathering profile on granite in peninsular Malaysia III Alteration of feldspars Soil Science Society of America Journal, Madison, 42 154-158
 10. **Fanning, D.S., Keramidas, V.Z.** 1977 Micaceous minerals in soil environments Soil Science Society of America, Madison Wisconsin, pp 195-258
 11. **Ismail, F T** 1970 Biotite weathering and clay formation in arid and humid regions Soil Science, California, 109 257-61
 12. **Jackson, M L , Hseugn, Y , Corey, R B , Evans, E J , Vander Heuvel, R.C.** 1952 Weathering sequence of clay size mineral in soils and sediments II Chemical weathering of layer silicates Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 16 3-6
 13. **Jackson, M.L** 1959 Frequency distribution of clay minerals in major great soil groups as related to the factors of soil formation Clay and Clay Mineral, 6th Conf Peramon Press, London, pp 133-143
 14. **Jackson, M.L.** 1973 Soil chemical analysis-advanced course Published by the author Dept of Soil, Univ Wisconsin, Madison, 895 p
 15. **Joint Committee on Powder Diffraction Standards.** 1974 Selected Powder Diffraction data for Minerals First Edition, JCPDS, Pennsylvania, USA
 16. **Kampf, N & Schwertmann, U.** 1982 The 5M NaOH concentration treatment for iron oxides in soil Clays and Clay Minerals, 30 401-408
 17. **Keller, W D** 1964 Processes of origin and alteration of clay minerals, In Soil Clay Mineralogy: A symposium, RICH, D I and KINZE, G M eds University of North Carolina Press, Chapel Hill, pp 3 -76
 18. **Kittirc, J A** 1973 Mica derived vermiculites as unstable intermediates Clays and Clay Minerals, 21 479-488
 19. **Lima, V.C** 1974 Estudo pedológico de perfis de solos do grande grupo Rubroses da bacia Curitiba Dissertacao de Mestrado Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Piracicaba-SP 119 p.
 20. **McKeague, J A.; Day, J.H.** 1966 Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids differentiating various classes of soil Can J Soil Science, Ottawa, 46 13-22
 21. **Mendez, A.C.T.; Falci, S.C. & Dematte, J.L.I.** 1973 Secos delgadas de solos método de Impregnacao Anais da ESALQ/USP, Piracicaba-Sao Paulo, 30 35-48
 22. **Moniz, A C.; Jackson, M.L.** 1983 Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soil developed from basic rock and silt. Soil Report 212, Wisconsin, 74 p
 23. **Parfenoff, A.; Pomerol, C.; Tourenq, J.** Les mineraux en grains Methodes d'etude et determinations Masson, Paris 578, 1970.
 24. **Rich, C I** 1968 Hydroxy interlayers in expansible layers silicate Clays and Clay Minerals, 16 15-30
 25. **Riche, C.I.; Obendhain, S.S.** 1955 Chemical and mineral properties of a Red-Yellow Podsollic soil derived from sericite Soil Science Society of America proceedings, Madison, 19 334-339
 26. **Schwertmann, W.** 1971 Transformation of hematite to goethite in soil Nature, Londres. 232 624-625
 27. **Soil Survey Staff** Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey U.S.D.A., Soil Conservation Service Agriculture. Handbook 436 754
 28. **Tanaka, A.; Sakuna, T.; Okagawa, N.; Imai, H. & Ogata, S** 1984 Agro-ecological condition of the oxisol-ultisol area of the Amazon river system Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060 Japan, 101 p
 29. **Vettori, L** 1969 Métodos de análise de solo Equipe de pedologia e fertilidade do solo Escritorio de Pesquisa e Experimentacao Ministerico da Agricultura, Rio de Janeiro (Boletim Técnico, 7) 24 p
 30. **Wada, F** 1980 Mineralogical characteristics of Andisols, In Theng, B K C ed. Soil with varia-

ESCOBAR A., C.J.; IORIATTI D., J.L. Características de un ultisol.

ble charge. Soil Science Society Lower Hul, New
Zeland, pp. 87-197

31. **Warshaww, C.M. & Roy, R. 1961** Classification and scheme for the identification of layer silicates Bull, Geol Soc Am 72 1455-1492