

FIGURA No 7 ALGUNAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL SUELO MIRAFLORES Y CAMBIOS QUE SE PRODUCEN EN ESTAS AL SER UTILIZADO.

lo Puerto Viejo. La serie de eventos que incide en el proceso erosivo de los predios incorporados de este suelo es muy similar a la establecida para los del suelo Puerto Viejo.

c) Modificaciones en la actividad macrobial y microbial, especialmente en el horizonte orgánico (H) y en los horizontes inorgánicos más superficiales.

Una propiedad importante del suelo que se midió en el campo, al momento de la descripción de los perfiles de los predios incorporados, tanto del suelo Puerto Viejo como del Miraflores, fue la temperatura; esta propiedad no afecta directamente la morfología de los suelos pero indirectamente desempeña un papel importante en la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas que ocurren en los materiales edáficos. Las mediciones de este parámetro en los predios incorporados, indican que las temperaturas son muy similares a la de los respectivos suelos testigos (ver anexo 2), a una profundidad de 40 a 50 cm que fue en la que se hicieron las observaciones. Seguramente no ocurre lo mismo con las capas superficiales de los lotes talados y dedicados a labores agrícolas, las cuales por estar expuestas plenamente a la radiación solar presentaran una temperatura cercana a la ambiental (promedio anual entre 26 y 28°C).

Un cambio importante en los predios incorporados de ambos suelos es el que ocurre con la morfología externa de éstos a causa de los cambios en la cubierta vegetal después de la tala y de la quema. Estos cambios en la cubierta vegetal a la vez que altera el equilibrio ecológico, afecta en diferente grado las características, las propiedades y el proce

so evolutivo de los suelos.

Una característica importante que ocurre en los lotes bajo pradera es la invasión de éstos por arbustos de diferente altura y configuración y de difícil erradicación, que a la postre van a conformar un rastrojo; esta característica afecta en cierta forma la morfología externa y el suelo en sí mismo. Los efectos erosivos del pisoteo del ganado en los lotes bajo pradera no son manifiestos debido, posiblemente, a que la explotación ganadera es de tipo extensivo y de muy poca data.

4.3.2. Efecto en las propiedades físicas

Los resultados de las pruebas físicas realizadas a los diversos perfiles de los suelos Puerto Viejo y Miraflores aparecen en las Tablas 2, 3 y 4.

4.3.2.1. Distribución de partículas por tamaño

La confrontación de los resultados del análisis granulométrico de los suelos bajo diferente uso con los de los suelos bajo bosque primario indica, a excepción de dos casos, que no ocurren cambios sustanciales en la distribución de partículas por tamaño, puesto que las fracciones arena, limo y arcilla presentan una tendencia similar tanto en la distribución como en la variación a través de los perfiles analizados (Tabla 2). Este comportamiento similar se explica al considerar que el tamaño de las partículas minerales individuales del suelo no se altera de una forma apreciable a través del uso del suelo, así sea por un tiempo prolongado (12).

Se excluyen de la tendencia anterior los perfiles 73 (pradera)

y 74 (rastrojo) del suelo Miraflores por presentar contenidos de arena superiores al testigo (Tabla 2). El mayor contenido de arena en estos dos predios no es causado por el uso a que se sometieron, sino a una gradación textural propiciada por la ubicación de éstos en la zona de contacto de la superficie de denudación y la terraza alta (ver mapa anexo).

Es importante señalar que en los lotes incorporados del suelo Puerto Viejo los procesos erosivos propiciaron la desaparición del horizonte Ah (contiene más de 60% de arena), lo que explica la falta de textura gruesa en la superficie de estos predios (Tabla 2).

4.3.2.2. Estructura

El análisis de la estabilidad estructural se realizó únicamente en los primeros 50 cm involucrando uno o dos de los horizontes superficiales, por cuanto esta es la parte más afectada por las prácticas de manejo y también porque esta propiedad regula, en gran parte, la relación suelo-planta. En la Tabla 3 aparecen los valores de esta propiedad y los de los factores que afectan en mayor grado la agregación de los materiales edáficos.

Las observaciones de campo realizadas en el suelo Puerto Viejo permiten establecer que en los primeros 6 cm del perfil 61 (bosque secundario) y en los primeros 4 cm del perfil 63 (agricultura) ha ocurrido una compactación de los materiales edáficos provocada por la degradación de la estructura (ver anexo 2). Fenómeno similar ha sido reportado por Cunningham (21) y por Nye y Greenland (57) en suelos de la zona tropical húmeda cálida, quienes afirman que los primeros 6 cm del suelo se compactan rápidamente.

damente cuando es expuesto al efecto directo de la lluvia al ser removido el bosque.

En el suelo Puerto Viejo, los resultados obtenidos del análisis de la estabilidad de la estructura en el lote de suelo bajo explotación agrícola (perfil 63) indican que éste presenta, con relación al suelo testigo (perfil 60), un contenido mayor de los agregados menores de 0.5 mm de diámetro, muy similar al contenido de los agregados entre 1 y 4 mm y más bajo el de los agregados entre 4 y 6.3 mm (Tabla 3); estos contenidos en los agregados especialmente en los menores de 0.5 mm, inciden en la media geométrica (menor en 0.5 unidades a la del testigo) y además señalan que aunque la degradación estructural es baja en este suelo, el uso de éste ha iniciado un proceso de degradación de la estructura.

En este mismo suelo los lotes que se encuentran bajo bosque secundario (perfil 61) y bajo pradera (perfil 62) presentan una estabilidad estructural muy similar a la del testigo (Tabla 3); es importante aclarar que el lote bajo bosque secundario el cual después de la tala y la quema no fue cultivado, no presenta en sus primeros 6 cm agregación de los materiales de suelo. Esto sugiere que la tala y la quema por sí solas pueden ocasionar degradación severa de la estructura; un hecho similar fue encontrado por Malagón et al (48) en suelos amazónicos del área del Igara-Paraná.

En el lote que ha estado bajo pradera durante 40 años (perfil 62) las características estructurales son similares a las del testigo, lo cual puede ser atribuido al efecto agregante que realiza el sistema radicular de los pastos por un proceso de compresión y unión de las partículas

edáficas (2). En este proceso de agregación también interviene la materia orgánica aportada por el sistema radicular de los pastos.

En el suelo Miraflores el testigo (perfil 71) presenta degradación estructural media y predominio de agregados entre 1 y 4 mm, aunque hay también una buena cantidad de agregados menores de 0.5 mm, especialmente en el horizonte BA (Tabla 3). Al comparar los resultados del testigo con los de aquellos lotes del suelo Miraflores incorporados a labores agropecuarias se establece que:

a) El suelo que ha estado bajo pradera durante los últimos 10 años (perfil 72) presenta en el horizonte superficial (Ap) un porcentaje más bajo de agregados menores de 0.5 mm, con respecto al testigo, cantidades similares de agregados entre 1 y 4 mm, un contenido más alto de agregados entre 4 y 6.3 mm, un valor más alto de la media geométrica y una menor degradación estructural; en cambio, el horizonte subsuperficial (BA) difiere únicamente en que presenta un menor porcentaje de agregados entre 1 y 4mm y una mayor cantidad de agregados entre 4 y 6.3 mm (Tabla 3).

La alta agregación del horizonte Ap de este perfil se puede explicar como en el caso del suelo Puerto Viejo, por el efecto agregante de la materia orgánica y por la compresión ejercida por el sistema radicular de los pastos;

b) El perfil 73 que representa un suelo que ha sufrido dos talas y dos quemadas y que ha permanecido únicamente dos años bajo pastos, muestra en el horizonte superficial (Ap) características estructurales muy similares a las del mismo horizonte del testigo; en cambio el horizonte BA difiere de su

similar con el suelo testigo por presentar un porcentaje superior de agregados menores de 0.5 mm, menor cantidad de agregados entre 1 y 4 mm y una mayor degradación estructural (Tabla 3); la degradación estructural del horizonte subsuperficial puede ser debida al manejo inadecuado a que se sometió este predio antes de la implantación de los pastos (Tabla 1), y

c) Los lotes que han permanecido bajo rastrojo (perfil 74 y 75) y que se portaron un manejo similar (Tabla 1), presentan características estructurales que difieren entre sí y con respecto al testigo (perfil 71). Estas diferencias se deben principalmente a la densidad del rastrojo que ostentan en efecto, el rastrojo en el perfil 74 es ralo y de baja estatura, mientras que el del perfil 75 es denso y de mayor altura. Esto incide en los aportes de materia orgánica los cuales son muy diferentes y ocasionan variaciones significativas en el espesor del horizonte H y en el contenido de materia orgánica de los horizontes superficiales (Figura 7 y Tabla 6).

El perfil 74 presenta en el horizonte superficial un contenido muy similar al del horizonte A del testigo en agregados menores de 0.5 mm y en aquellos entre 1 y 4 mm; en cambio el contenido de agregados entre 4 y 6.3 mm es mayor; el grado de degradación es mediano (Tabla 3). El horizonte subsuperficial (BA) difiere notablemente del mismo horizonte del testigo porque los agregados menores de 0.5 mm aumentan considerablemente alcanzando cantidades que sobrepasan el 70%, mientras que los agregados entre 1 y 4 mm y entre 4 y 6.3 mm disminuyen drásticamente sus contenidos; esto conlleva a una degradación estructural muy alta (Tabla 3).

El perfil 75 (rastrajo) presenta características estructurales muy favorables y superiores a las del testigo; por ejemplo hay un notable incremento en los agregados entre 4 y 6.3 mm y una considerable disminución de aquellos menores de 0.5 mm.

Al comparar las características estructurales de los perfiles 74 y 75 se deduce que las del perfil 75 son muy superiores y más favorables que las del perfil 74.

Es importante indicar que el único uso que con el tiempo mejora y aumenta la estabilidad de los agregados es el de los pastos, como así lo denotan los perfiles 62 del suelo Puerto Viejo y 72 y 73 del Miraflores.

No se observa relación entre el grado de agregación y la proporción en que se hallan los óxidos férricos y los húmicos; a conclusión similar llegaron Malagón y sus colaboradores (48) en un estudio sobre los suelos amazónicos del área del Igara-Paraná. Los óxidos de hierro libre han incidido favorablemente en la agregación de los materiales edáficos en los suelos utilizados, por lo cual se ha incrementado en éstos el volumen de agregados estables especialmente en el horizonte superficial (Tabla 3) . El efecto de los óxidos libres de hierro se debe a un proceso de secado irreversible de estos compuestos al ser expuestos los suelos al ispacto directo de los factores ambientales; este proceso envuelve a su vez una cementación de las partículas del suelo que provoca la formación de agregados estables.

Independientemente de las consideraciones hechas sobre los efectos que las prácticas de manejo ejercen sobre lla estabilidad de los agre-

gados, es necesario tener en cuenta que el método utilizado (83) para cuantificar esta propiedad está diseñado para los suelos de la zona templada, por lo cual su aplicación en suelos tropicales dejan dudas sobre la veracidad y confiabilidad de los resultados. Se recomienda, por lo tanto, realizar investigaciones tendientes a lograr la calibración de este método en suelos tropicales, especialmente en aquellos dominados por caolinita y sesquioxidos hidratados de hierro y aluminio.

4.3.2.3. Densidades real y aparente y porosidad

Estas determinaciones se efectuaron únicamente en muestras procedentes de los primeros 50 cm que involucran uno o dos horizontes; los resultados aparecen en la Tabla 4. No se analizó el horizonte superficial de los predios incorporados del suelo Puerto Viejo, porque no fue posible conseguir muestras apropiadas de acuerdo a las especificaciones dadas por el método (79).

La confrontación de los valores de las densidades y la porosidad en los lotes incorporados, con los de los respectivos suelos testigo no arroja variaciones significativas. Algo similar, fue encontrado por Nye y Greenland (57) en la investigación que realizaron con el fin de determinar los cambios que producía el uso y manejo sobre algunas propiedades de los suelos bajo bosque húmedo tropical cálido.

Se exceptúa de lo anterior el perfil 74 (rastrajo) del suelo Miraflores, por presentar valores más bajos de densidad aparente y más altos de porosidad total respecto a los del testigo (Tabla 4); estas diferencias tan marcadas, especialmente en el horizonte BA, no están de acuerdo

do con el grado de agregación de los materiales edáficos de este perfil (Tabla 3). En la práctica este comportamiento es difícil de explicar, aunque el manejo y tratamiento dado a las muestras durante el proceso analítico podría en parte aclararlo.

Por las observaciones de campo realizadas en el suelo Puerto Viejo, se puede inferir que en aquellos horizontes de los perfiles 61 (bosque secundario) y 63 (agricultura) donde han ocurrido formaciones de corazas (ver anexo 2 y Figura 6) los valores de la densidad real y aparente son superiores a 3 y a 1.5 g/cc, respectivamente, mientras que los valores de la porosidad total son muy bajos; estas características, especialmente la baja porosidad, conllevan una reducción notable de la rate de percolación y un incremento apreciable en la velocidad de escorrentía lo que a su vez acelera el proceso erosivo en estos suelos. Esta inferencia se hace con base en los altos valores de las densidades real y aparente y en la baja porosidad total que encontraron en suelos amazónicos con horizontes petroférricos (corazas), Benavides (5), F.U.B. (28) y Malagón et al (48).

Se puede concluir que las prácticas de uso y manejo a que están sometidos estos suelos ejercen poca incidencia sobre las densidades real y aparente y sobre la porosidad total; pero es aconsejable, dentro de este tipo de investigaciones, incluir análisis tanto de campo como de laboratorio que determinen si los disturbios ocurridos en el suelo durante su uso afectan la relación macroporosidad: microporosidad, la rate de infiltración y la conductividad hidráulica.

4.3.2.4. Índice de plasticidad

La comparación entre los resultados obtenidos para los límites líquido y plástico e índice de plasticidad en los suelos de los predios utilizados y los de los respectivos suelos testigo, indica que no ocurren variaciones significativas de estas propiedades con el uso (Tabla 4). Este comportamiento se explica al considerar que los suelos utilizados son similares a los respectivos testigos en cuanto a contenidos de arcilla y composición mineralógica de esta fracción (Tablas 2 y 3); parámetros estos que según Baver et al (2) son los de mayor incidencia en los límites de plasticidad.

Excepciones con respecto a lo comentado en el párrafo anterior se presentan en los perfiles 73 (pradera) y 74 (rastrojo) del suelo Miraflores, porque en éstos los límites líquido y plástico y el índice de plasticidad son más bajos que los del suelo testigo (Tabla 4) y que no pueden explicarse con base en el uso a que han estado sometidos estos suelos, sino más bien al menor contenido de arcilla que presentan con relación al suelo testigo (Tabla 2). La fracción arcillosa, de acuerdo con Baver et al (2), ocasiona una manga en los valores de las constantes de plasticidad del suelo a medida que disminuyen sus contenidos.

4.3.2.5. Retención de humedad

La utilización de los suelos no ocasiona cambios trascendentales ni en la retención de humedad ni en los contenidos de agua aprovechable, según se deduce al cotejar los resultados de estos parámetros en los suelos bajo uso con los de los respectivos testigos (Tabla 4). Se exclu

yen de la anterior tendencia los predios representados por los perfiles 73 (pradera) y 74 (rastrajo) del suelo Miraflores, porque en éstos la retención de humedad y los niveles de agua aprovechable son más bajos que los del suelo testigo (Tabla 4). Lo mismo que en el caso del índice de plasticidad, las diferencias encontradas no son debidas al uso a que ha estado sometido el suelo, sino a los contenidos menores de arcilla que se presentan en los perfiles de suelo bajo uso con respecto al suelo testigo (Tabla 2). Según Buckman y Brady (12) a medida que disminuye el contenido de arcilla en el suelo, se reduce la capacidad de retención de humedad y los contenidos de agua disponible .

4.3.3. Efecto en las propiedades químicas

En las Tablas 5 y 6 aparecen los resultados de los análisis químicos realizados a los diversos perfiles de los suelos Puerto Viejo y Miraflores; las Figuras 8 a 17 muestran el efecto producido por los diferentes usos sobre el comportamiento de algunas propiedades químicas del suelo.

La discusión de las propiedades químicas se restringen a los horizontes minerales por cuanto fueron los únicos que se analizaron.

4.3.3.1. Reacción del suelo

En el suelo Puerto Viejo, los predios bajo pradera (perfil 62) y cultivos (perfil 63) presentan en los horizontes superficiales valores del pH muy similares a los del testigo (perfil 60) e inferiores a partir de éstos; pero, similarmente al suelo testigo los valores del pH incremen

tan con la profundidad. El suelo bajo bosque secundario (perfil 61) presenta valores del pH muy similares a los del testigo. La Figura 8 permite comparar las fluctuaciones del pH entre los diversos lotes y entre éstos y el testigo.

Los suelos 62 y 63 son muy ácidos a través de todo el perfil, en tanto que el 61 es muy ácido hasta los 70 cm de profundidad y ácido en las capas subyacentes.

Los suelos sometidos a uso en el suelo Puerto Viejo presentan valores del pH en cloruro de potasio más bajos que los determinados en el agua, pero no se observan diferencias significativas cuando se los compara con el suelo testigo.

En el suelo Miraflores los perfiles 72 (pradera) y 75 (rastroj) presentan valores del pH muy similares a los del testigo (perfil 71), en tanto que los perfiles 73 (pradera) y 74 (rastroj) difieren de éste debido a que los valores del pH son superiores a partir de los 20 cm de profundidad (Tabla 5). La Figura 9 muestra la relación entre el pH y la profundidad en los diferentes lotes; se puede notar también la diferencia con el testigo.

Los lotes de suelo representados por los perfiles 72 y 75 son muy ácidos hasta los 75 cm de profundidad y ácidos a partir de ésta, en tanto que los representados por los perfiles 73 y 74 son muy ácidos hasta los primeros 20 cm y ácidos a partir de esta profundidad; el suelo del perfil 74 se torna ligeramente ácido a partir de los 55 cm. En estos suelos los valores del pH en cloruro de potasio son más bajos que los obtenidos

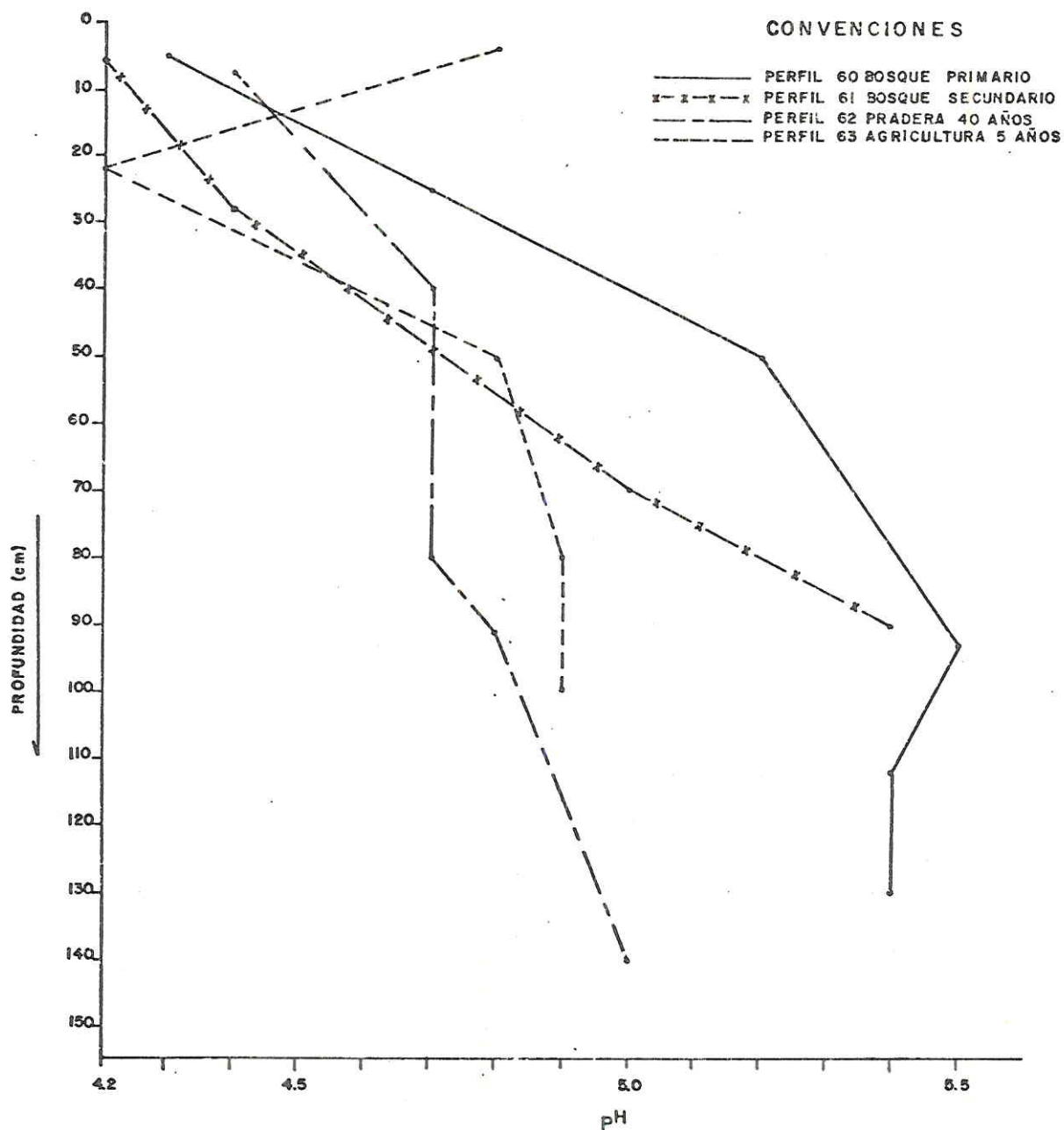


Figura 8 RELACION ENTRE EL pH, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO PUERTO VIEJO

CONVENCIONES

- PERFIL 71 BOSQUE PRIMARIO
- - - PERFIL 72 PRADERA 12 AÑOS
- x - x - PERFIL 73 PRADERA 5 AÑOS
- · - · - PERFIL 74 RASTROJO 5 AÑOS
- · - · - PERFIL 75 RASTROJO 4 AÑOS

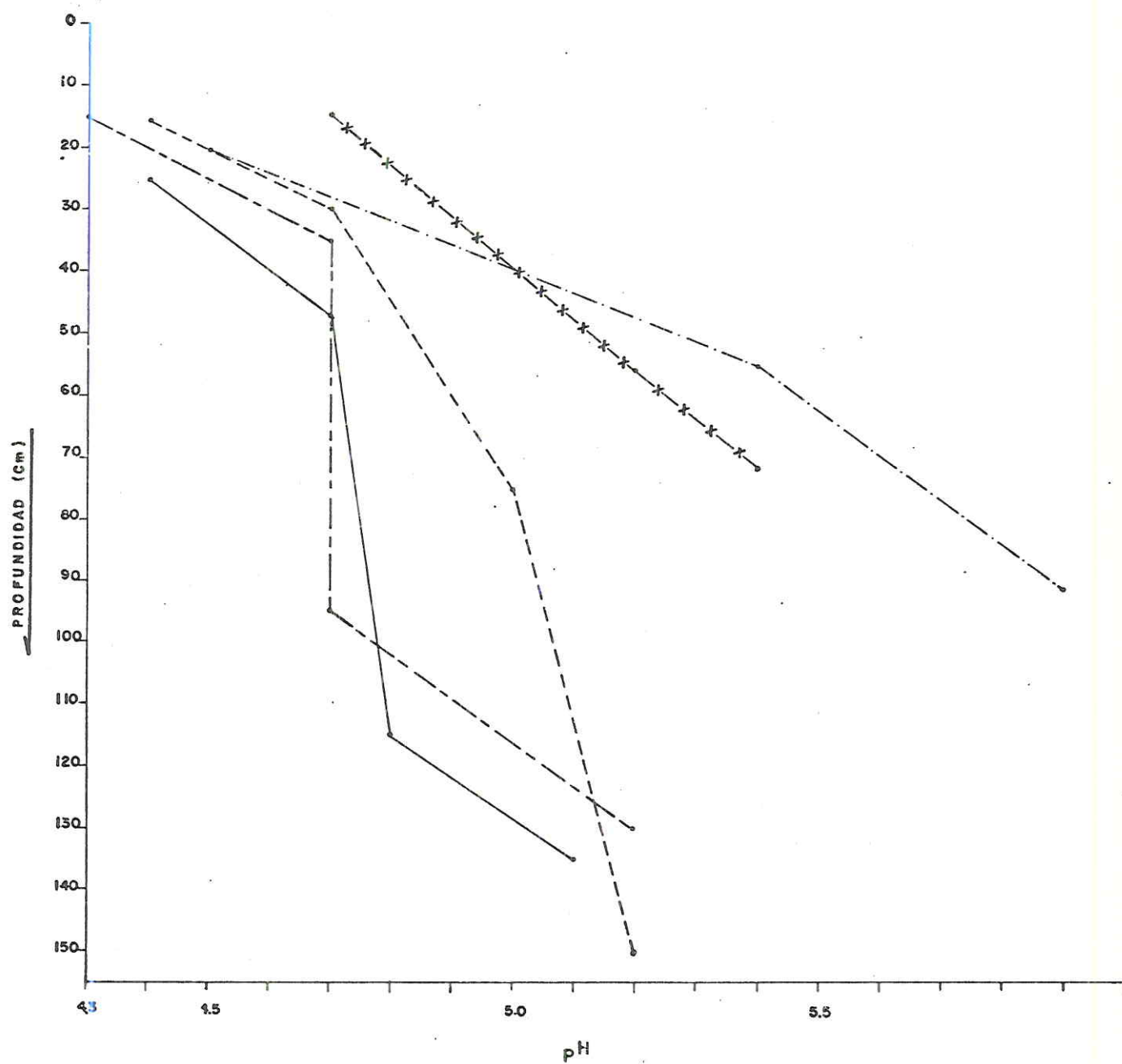


Figura. 9 RELACION ENTRE EL pH, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO MIRAFLORES.

en agua y no muestran variaciones apreciables con los del testigo (Tabla 5).

Es importante manifestar que no se encontró correlación significativa entre pH, bases totales y aluminio de cambio (Tabla 5) en los perfiles de los suelos incorporados Puerto Viejo y Miraflores.

El hecho de que el pH en cloruro de potasio sea menor que el determinado en agua es un aspecto importante, puesto que indica que el uso y manejo no tienen incidencia sobre la carga neta negativa de estos suelos, por lo que pueden intercambiar fácilmente cationes, aún a pH muy ácidos.

4.3.3.2. Materia orgánica

Los análisis tendientes a cuantificar la materia orgánica y las principales fracciones ácidas que la componen, se realizaron únicamente a los horizontes minerales, porque se consideró más importante conocer el efecto del uso sobre la fracción orgánica íntimamente mezclada con la fracción mineral que aquella presente en el horizonte orgánico (H), el cual se pierde rápidamente por acción de los factores ambientales cuando el suelo es despojado del bosque; además, las observaciones de campo permitieron establecer que cuando un suelo se cubre nuevamente de monte se inicia una rápida regeneración del bosque y vuelven los aportes de residuos vegetales que en parte se acumulan sobre la superficie originando de nuevo el horizonte H; un ejemplo de este hecho lo constituyen los suelos bajo bosque secundario y bajo rastrojo (Figuras 6 y 7).

Los resultados indican que en los diferentes lotes talados y

quemados de los suelos Puerto Viejo y Miraflores, el horizonte superficial ostenta contenidos de materia orgánica un poco más altos que aquellos presentes en los respectivos testigos, y que a partir de este horizonte son muy similares (Tabla 5). Los contenidos de materia orgánica en los lotes incorporados, al igual que el testigo, decrecen abruptamente en el segundo horizonte y regularmente a partir de éste. Las anteriores características se observan en las Figuras 10 y 11.

Es necesario aclarar que no obstante los contenidos de materia orgánica un tanto superiores en los horizontes superficiales de los suelos bajo uso con relación a los del suelo testigo (bajo bosque primario), aquellos han perdido un gran volumen de materiales orgánicos de su superficie. Efectivamente, una vez perdida la cubierta boscosa estos suelos quedaron expuestos a la acción directa de los factores ambientales, lo cual propició un incremento en la velocidad de actuación de algunos de los procesos de formación del suelo que afectaron drásticamente al horizonte orgánico (H), causando su desaparición en un corto período de tiempo.

Es importante añadir que la desaparición del horizonte orgánico conlleva la pérdida de numerosos iones y moléculas que formaban parte de los tejidos vegetales y que, en condiciones naturales, satisfacían la demanda de nutrientes del bosque a través de un proceso dinámico de alteración en armonía con el ecosistema. Es difícil establecer tanto las pérdidas de materia orgánica como la de iones cuando desaparece el horizonte orgánico (H), pero estimaciones realizadas por De la Salas (67) en suelos del bosque húmedo tropical del Carare-Opón (Colombia), indican que después de la tala y quema del bosque se produjeron pérdidas de 26 toneladas por

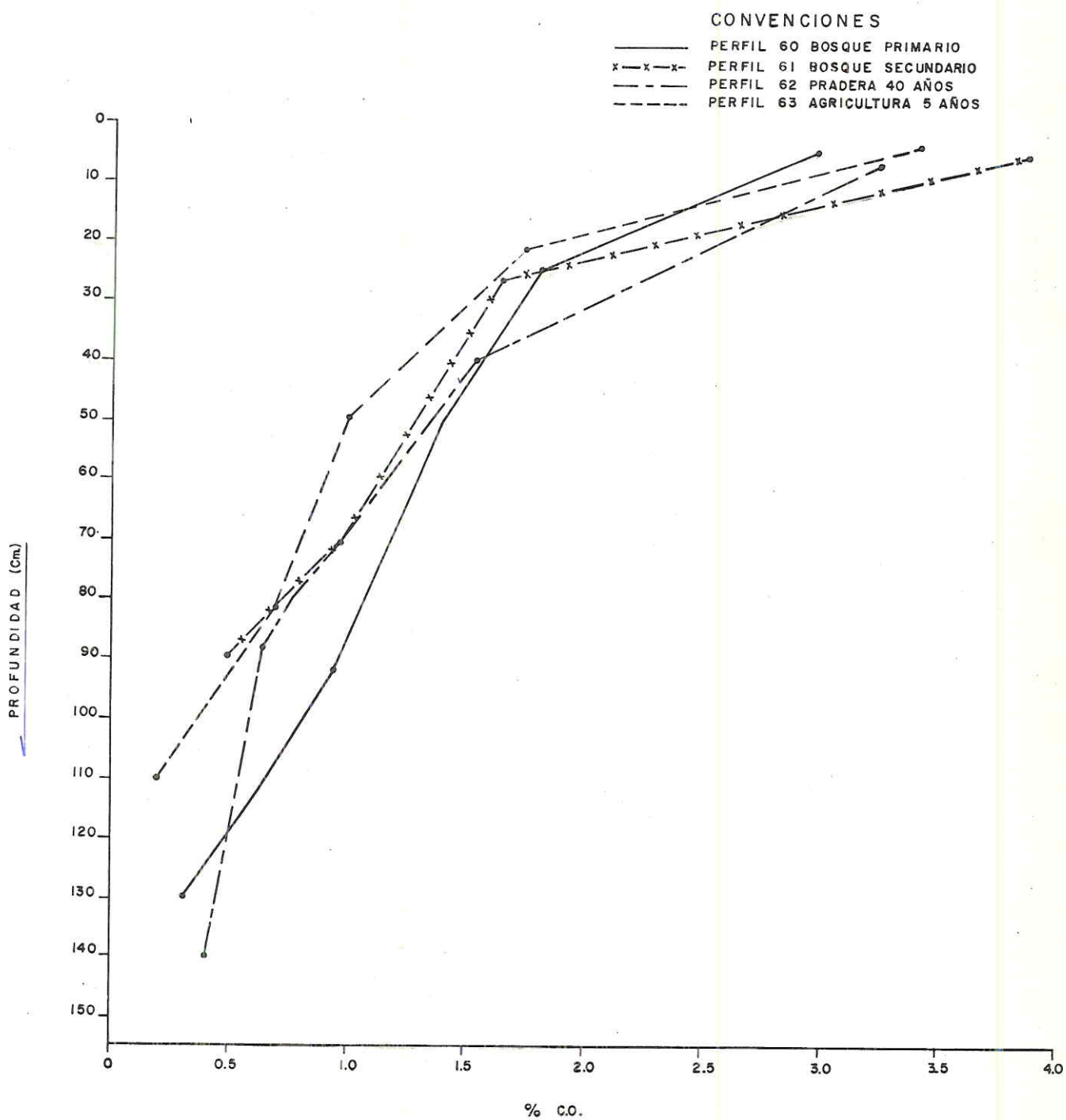


Figura 10. RELACION ENTRE EL CARBON ORGANICO, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO PUERTO VIEJO.

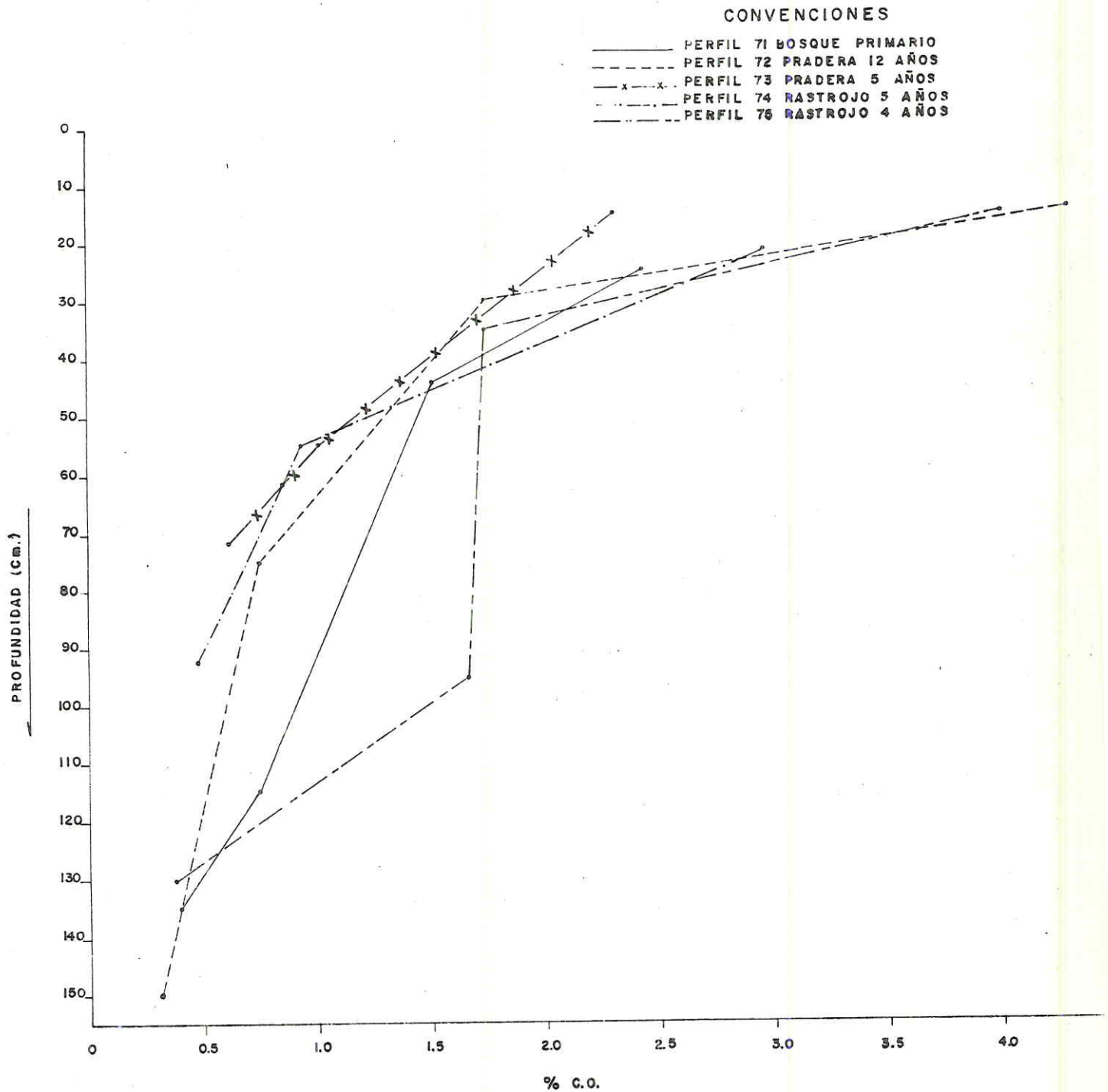


Figura II. RELACION ENTRE EL CARBONO ORGANICO, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO MIRAFLORES.

hectáreas de materia orgánica y de 440 kilogramos por hectárea de nitrógeno.

El aumento en el contenido de materia orgánica en el horizonte superficial de los diferentes suelos utilizados, con relación al mismo horizonte de los testigos, puede ser explicado en la siguiente forma:

- a) En los lotes bajo pradera el mayor volumen de residuos vegetales proviene del sistema radicular, por lo cual son fácil y totalmente incorporados en el horizonte mineral superficial, y
- b) En los lotes bajo rastrojo y bosque secundario las plantas presentan un crecimiento vegetativo más exuberante que en el del bosque primario, por lo cual los aportes de residuos vegetales ocurren en mayor volumen y con mayor periodicidad. Esta característica propicia, por una parte, una mayor disponibilidad de materiales orgánicos humificados fáciles de mezclar con el material mineral del horizonte superficial y por otra, una remanenente de residuos orgánicos en diferentes etapas de alteración que una vez acumulados sobre la superficie, generan nuevamente el horizonte orgánico. Este crecimiento es causado por una mayor disponibilidad de nutrientes fácilmente asimilables después de la quema; pero parece que a medida que el rastrojo es desalojado por el bosque secundario, ocurre una disminución ostensible en la rata de crecimiento y por ende se reduce el aporte de residuos vegetales, lo que demuestra que el bosque tiende al equilibrio existente antes de la tala y de la quema.

Incrementos en los contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial (A) de los suelos incorporados, con relación a los sue

los bajo bosque virgen, fueron encontrados por Malagón et al (48) en sue los amazónicos del área del Igará-Paráná.

En lo que atañe a los ácidos húmicos y fúlvicos los resulta dos indican, en general, que no ocurrieron cambios fundamentales al ser utilizados los suelos (Tabla 5), ya que tanto los contenidos como el com portamiento de dichos ácidos con la profundidad son muy similares en los suelos utilizados y en los testigos (véase Figuras 12 y 13).

Estos resultados guardan cierta similitud con los obtenidos por Malagón et al (48) en suelos amazónicos.

4.3.3.3. Capacidad de intercambio catiónico

La utilización de los suelos Puerto Viejo y Miraflores induce algunas variaciones en la capacidad de intercambio catiónico (Tabla 5).

En general los valores de la CICA (Capacidad de intercambio catiónico con acetato de amonio) son más altos en el horizonte superficial de los suelos utilizados que en el mismo horizonte de los respectivos tes tigos (perfil 60 y 71); pero en los horizontes subsuperficiales no hay di ferencias en esta propiedad (Tabla 5).

Se observa una estrecha relación entre los incrementos de la CICA y los incrementos en materia orgánica; por esta razón se puede infe rir que el uso y manejo incide indirectamente en los incrementos de la CI CA en el horizonte superficial de estos suelos, debido a que su utiliza - ción eleva los contenidos de materia orgánica en ese horizonte.

La CICE (capacidad de intercambio catiónico por suma de las ba

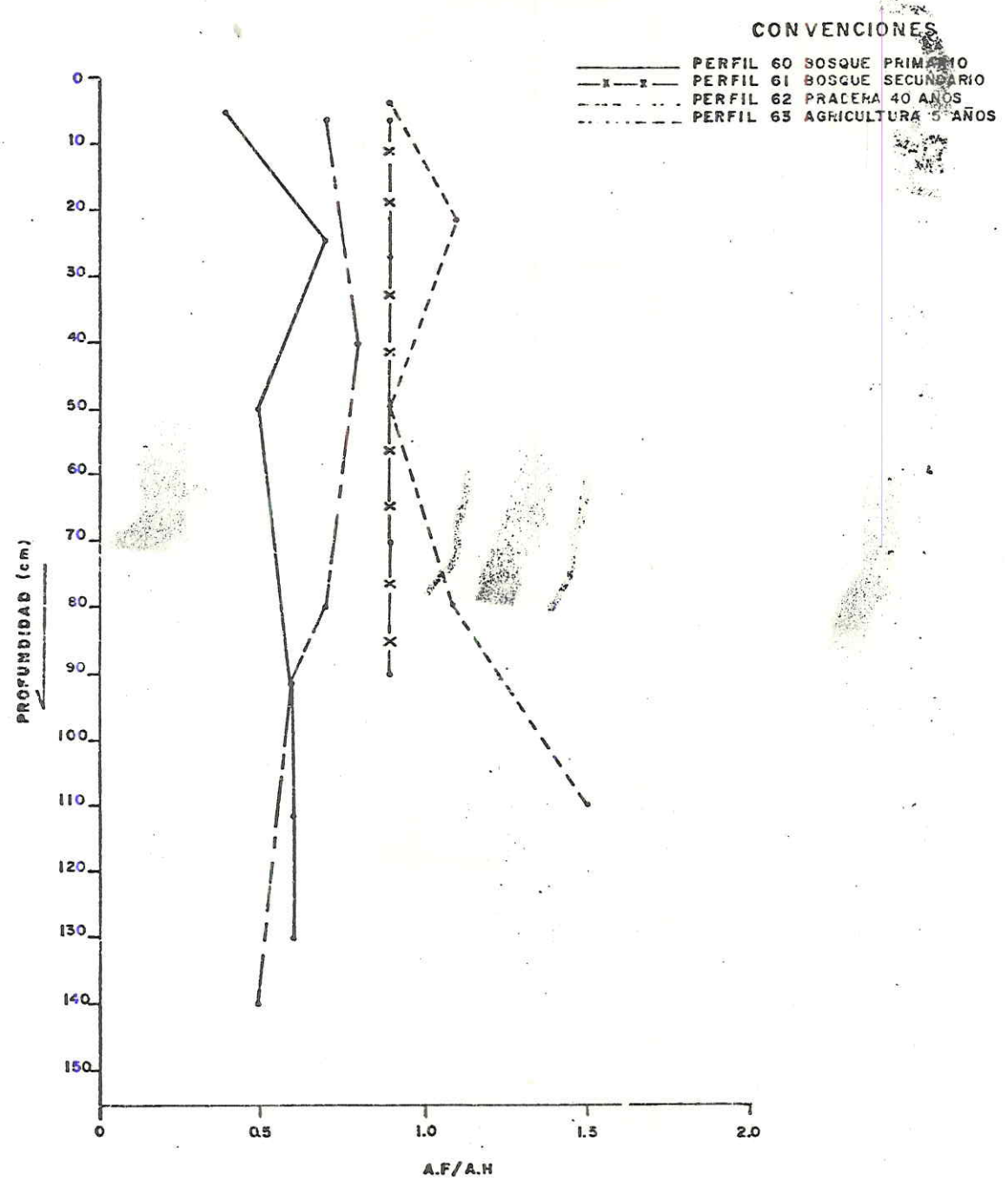


Figura 12 RELACION ACIDOS FULVICOS: ACIDOS HUMICOS EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO SUELO PUERTO VIEJO.

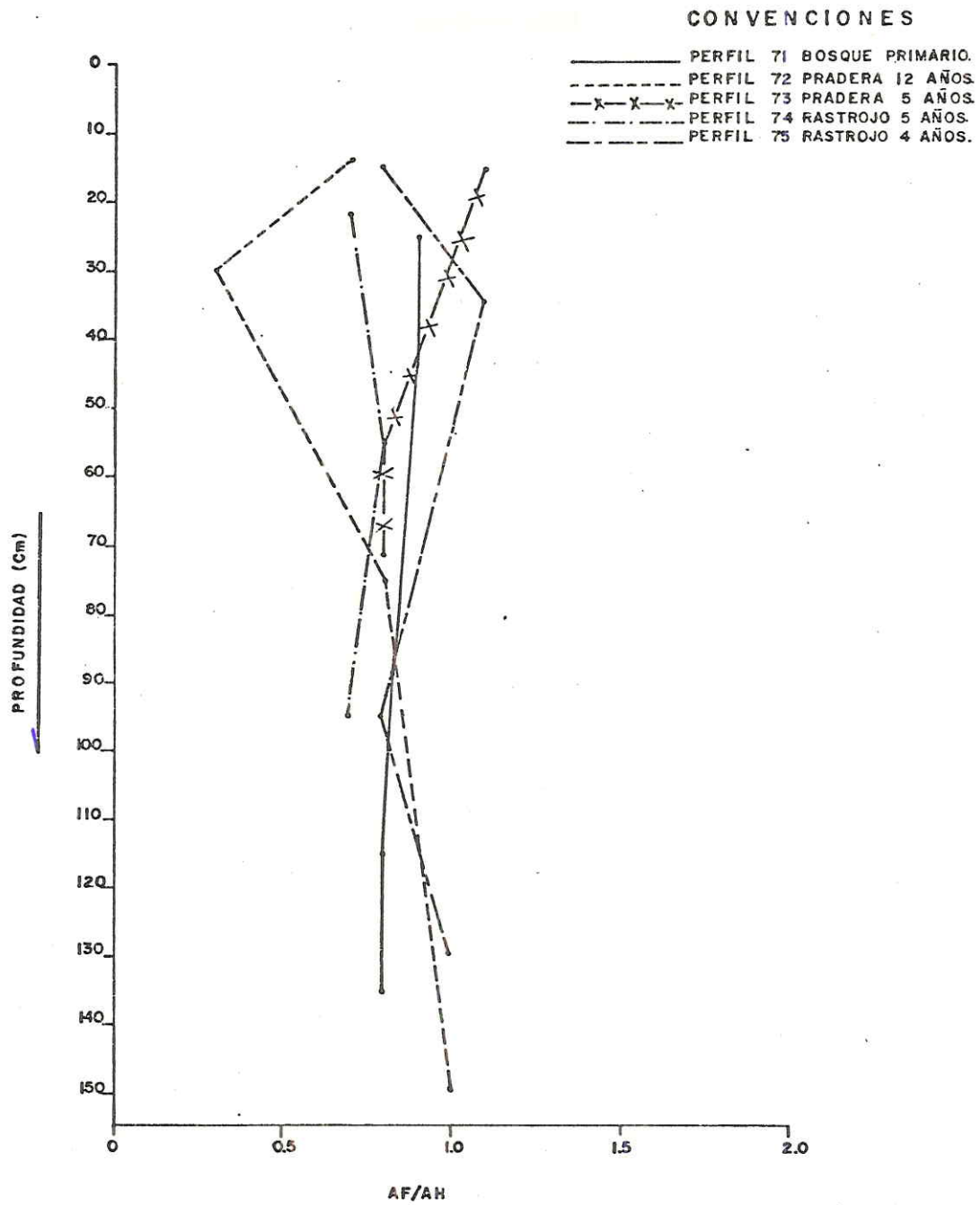


Figura 13 RELACION ACIDOS FULVICOS: ACIDOS HUMICOS EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO MIRAFLORES.

ses y aluminio de cambio) no sufre variaciones significativas al ser utilizados los suelos (Tabla 5), lo que indica que el uso y manejo de los suelos Puerto Viejo y Miraflores no afecta la capacidad de carga permanente.

Es importante añadir que el tiempo durante el cual se mantenga el suelo bajo una misma cubierta vegetal no causa repercusiones ni en la CICA ni en la CICE.

4.3.3.4. Bases y aluminio de cambio

El análisis de los resultados indica que el uso y manejo induce cambios en el contenido de bases en todos los lotes del suelo Puerto Viejo y eventualmente en algunos del suelo Miraflores (Tabla 5).

En el suelo Puerto Viejo los perfiles de los diferentes lotes utilizados presentan en comparación con el testigo, un mayor contenido de bases. La mayor provisión de bases en estos perfiles ocurre en el horizonte superficial (generalmente sobrepasan a 1.5 miliequivalentes por 100 gramos de suelo) y a partir de éste, decrecen abruptamente a valores inferiores a un miliequivalente; el decrecimiento en estos horizontes es irregular (Tabla 5). En la Figura 14 se muestran las variaciones existentes en el contenido de bases a través de la profundidad entre el testigo y los suelos utilizados, como también las variaciones entre éstos últimos. La saturación de bases, en los suelos utilizados, sigue una tendencia muy similar a la de las bases (Tabla 5).

El incremento en el contenido de bases en los diferentes lotes incorporados del suelo Puerto Viejo se origina en la quema de los residuos

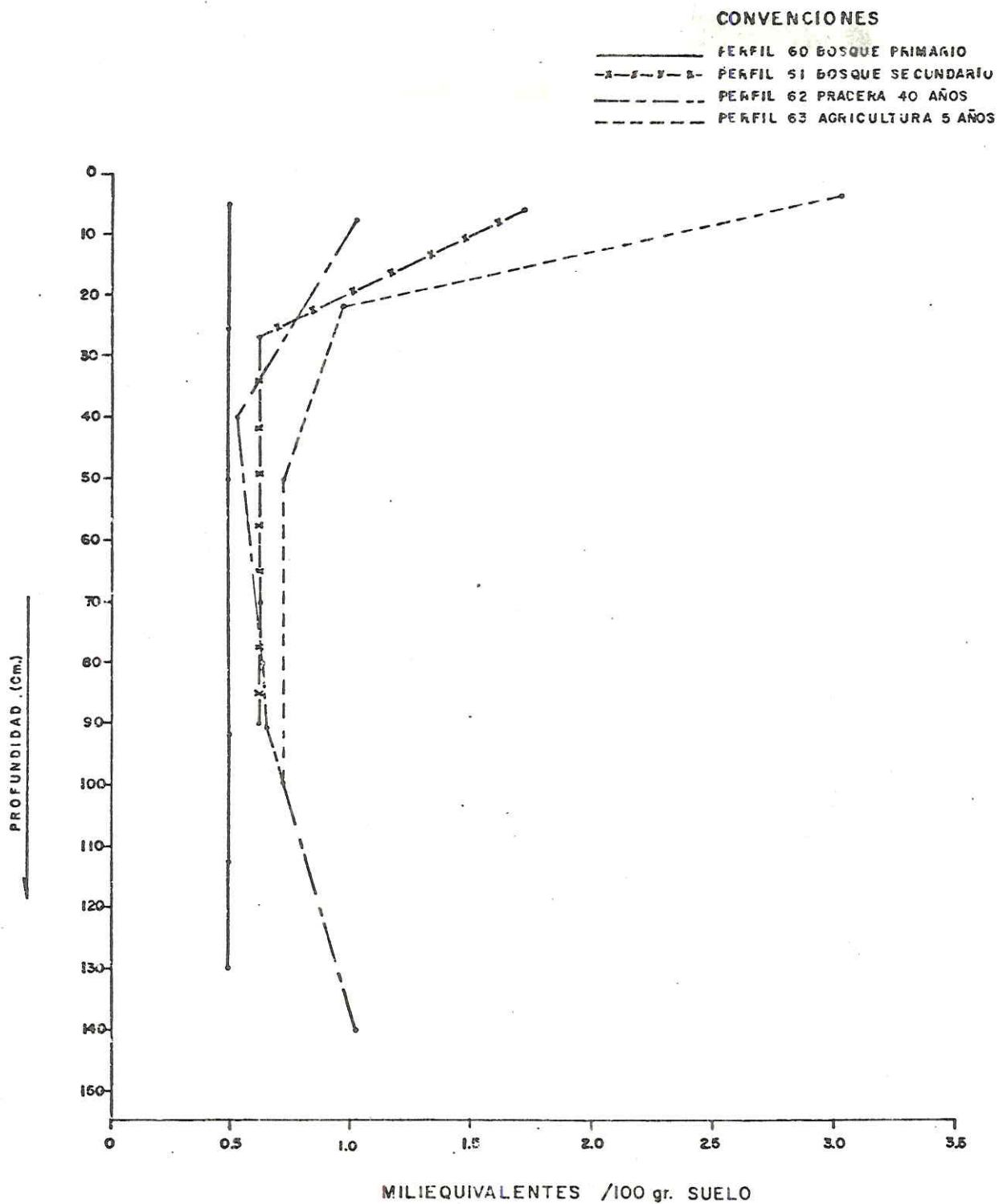


Figura 14 RELACION ENTRE LA DISTRIBUCION DE LAS BASES TOTALES, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO FUERTO VIEJO.

vegetales provenientes de la tala y en la rápida oxidación que afecta al horizonte orgánico (H) al ser expuesto al impacto directo de los factores ambientales. Estos procesos son los responsables de la liberación total de los cationes metálicos y de otro tipo de elementos que conforman la materia orgánica, los cuales se ligan posteriormente al complejo de intercambio y/o se pierden de los suelos por lixiviación y/o escorrentía.

En la Tabla 5 se aprecia que los contenidos de calcio y magnesio únicamente son importantes en el horizonte superficial; hacia la profundidad se hacen similares a los del suelo testigo. También se observa que el potasio incrementa sus contenidos a través de los diversos perfiles; tendencia algo similar a la del potasio, presenta el sodio.

No obstante que el calcio, el magnesio y el potasio aumentan sus niveles, especialmente en el horizonte superficial, solo el potasio lo hace hasta alcanzar contenidos moderadamente aprovechables por las plantas.

El suelo Miraflores manifiesta cambios significativos en el contenido de bases únicamente en el horizonte superficial del lote de suelo que lleva bajo pradera 12 años (perfil 72); en el resto de horizontes de este perfil como en los demás perfiles, el contenido de bases y la distribución de éstas a través de la profundidad no sufren modificaciones significativas con relación al testigo (Tabla 5 y Figura 15). Esto indica que en el suelo Miraflores las bases liberadas después de la tala y de la que se pierden rápidamente por lixiviación y/o por escorrentía.

El tiempo durante el cual los dos suelos (Puerto Viejo y Mira

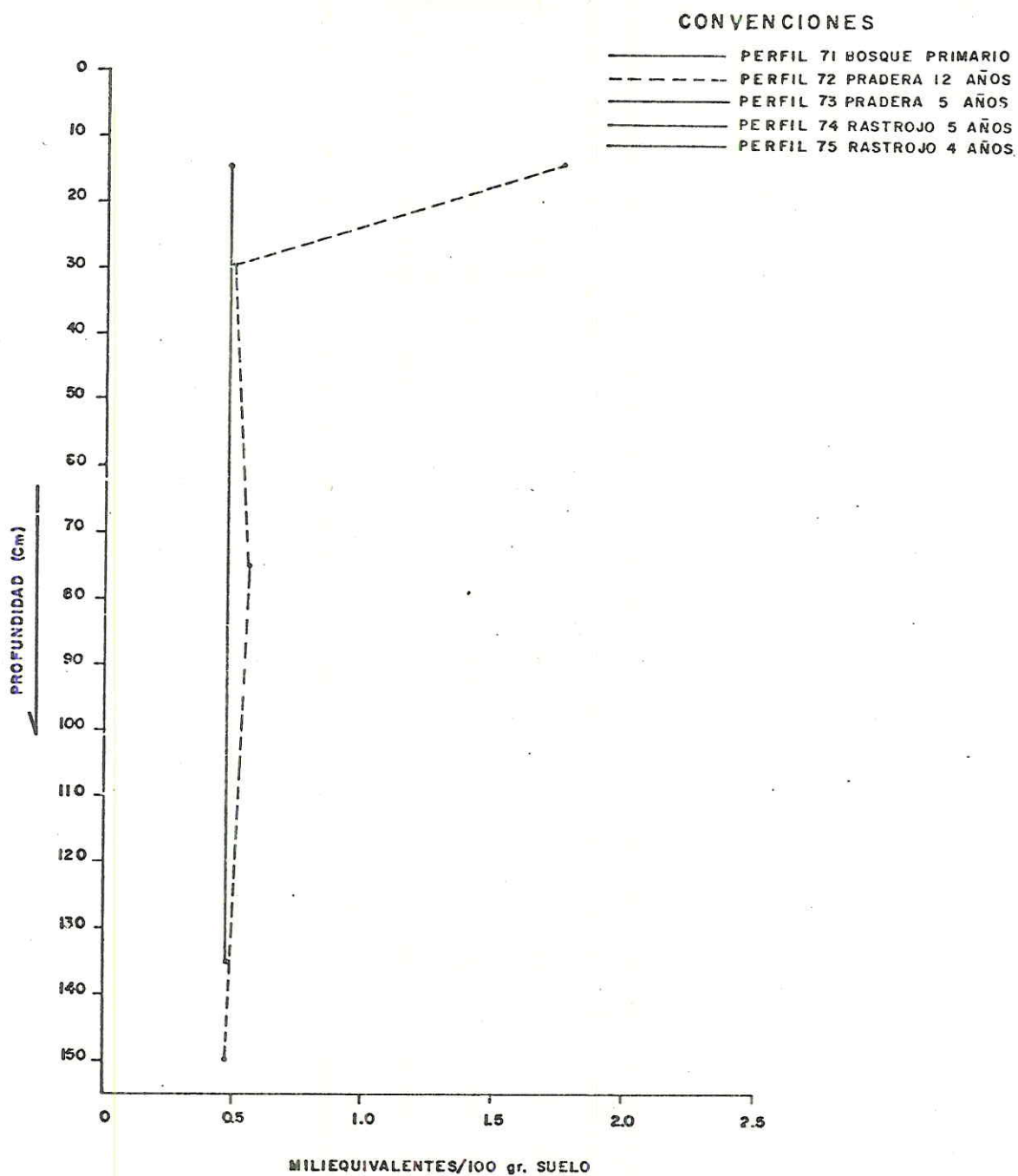


Figura 15. RELACION ENTRE LA DISTRIBUCION DE LAS BASES TOTALES, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO MIRAFLORES.

flores) están sometidos a un mismo tipo de uso no tiene repercusión alguna sobre el contenido, distribución y saturación de las bases intercambiables.

Es importante aclarar que el uso y manejo de estos suelos ha propiciado cambios trascendentales en el contenido de las bases intercambiables, especialmente en el que conforma los compuestos orgánicos de los materiales vegetales del horizonte orgánico (H). Estas bases, como ya se dijo, fueron rápidamente liberadas y perdidas por lixiviación y/o escorrentía; eventualmente, bajas proporciones de ellas fueron retenidas por el complejo de intercambio, especialmente en el suelo Puerto Viejo.

En lo que concierne al aluminio intercambiable, los resultados permiten inferir que el uso no causa variaciones significativas de este elemento en sus contenidos en el suelo (Tabla 5).

4.3.3.5. Fósforo aprovechable

En los diferentes lotes utilizados de los suelos Puerto Viejo y Miraflores se encontró que los contenidos del fósforo disponible aumentaron ligeramente con respecto a los de los testigos, especialmente en los horizontes superficiales (Tabla 5). No obstante, los niveles de disponibilidad para las plantas son bastante bajos.

Se puede suponer que buena parte del fósforo disponible presente en el horizonte superficial de los suelos sometidos a uso, pasó a éstos como un residuo de la oxidación de los compuestos orgánicos de remanentes vegetales, en otra época presentes en el horizonte H. Es importante in

dicar que tanto el tipo de uso como su intensidad no influyen en las tasas de variación del fósforo disponible.

4.3.3.6. Hierro libre

En el suelo Puerto Viejo la comparación de los contenidos de hierro libre entre los lotes utilizados y el testigo (perfil 60) indica que en el suelo bajo pradera (perfil 62) éstos son generalmente más bajos con respecto al testigo; contenidos similares se presentan en el suelo bajo agricultura (perfil 63) y contenidos más altos en el suelo bajo bosque secundario (perfil 61); salvo excepciones, estas tendencias se repiten a través de cada perfil (Tabla 6 y Figura 16).

Los lotes utilizados del suelo Miraflores presentan contenidos del hierro libre menores que los del testigo (Tabla 6 y Figura 17).

En los lotes utilizados de ambos suelos los contenidos de hierro libre más bajos ocurren en los horizontes superficiales y alcanzan, generalmente, cifras inferiores a las de los respectivos testigos en la misma posición; esta característica se debe, posiblemente, al secamiento irreversible de algunos compuestos hidratados de hierro por acción directa de los factores ambientales después de la tala y/o traslocaciones de hierro ya sea como ión ferroso o como quelato hacia sitios más profundos, que en algunos casos (perfil 61 y 62) se acumula y cementa formando corasas ferruginosas.

Malagón et al (48) también encontraron en suelos amazónicos formación de corasas debido al uso; aducen estos investigadores que su formación está enmarcada en alteraciones del microclima del suelo al ser ta

CONVENCIONES

- PERFIL 60 BOSQUE PRIMARIO
 - - - - - PERFIL 61 BOSQUE SECUNDARIO
 - - - - - PERFIL 62 PRADERA 40 AÑOS
 - - - - - PERFIL 63 AGRICULTURA 5 AÑOS

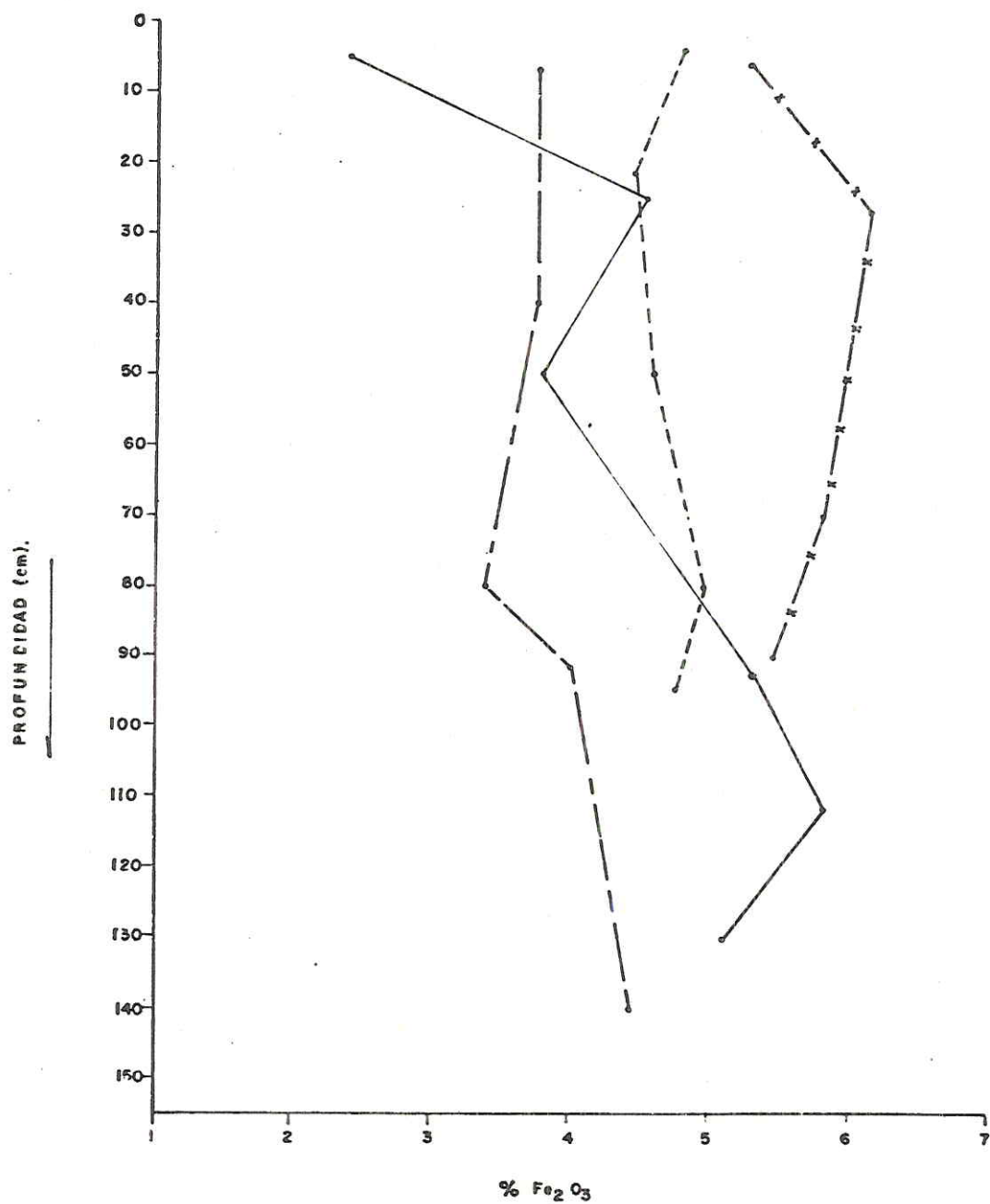


Figura 16 RELACION ENTRE LA DISTRIBUCION DEL HIERRO LIBRE, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO PUERTO VIEJO.

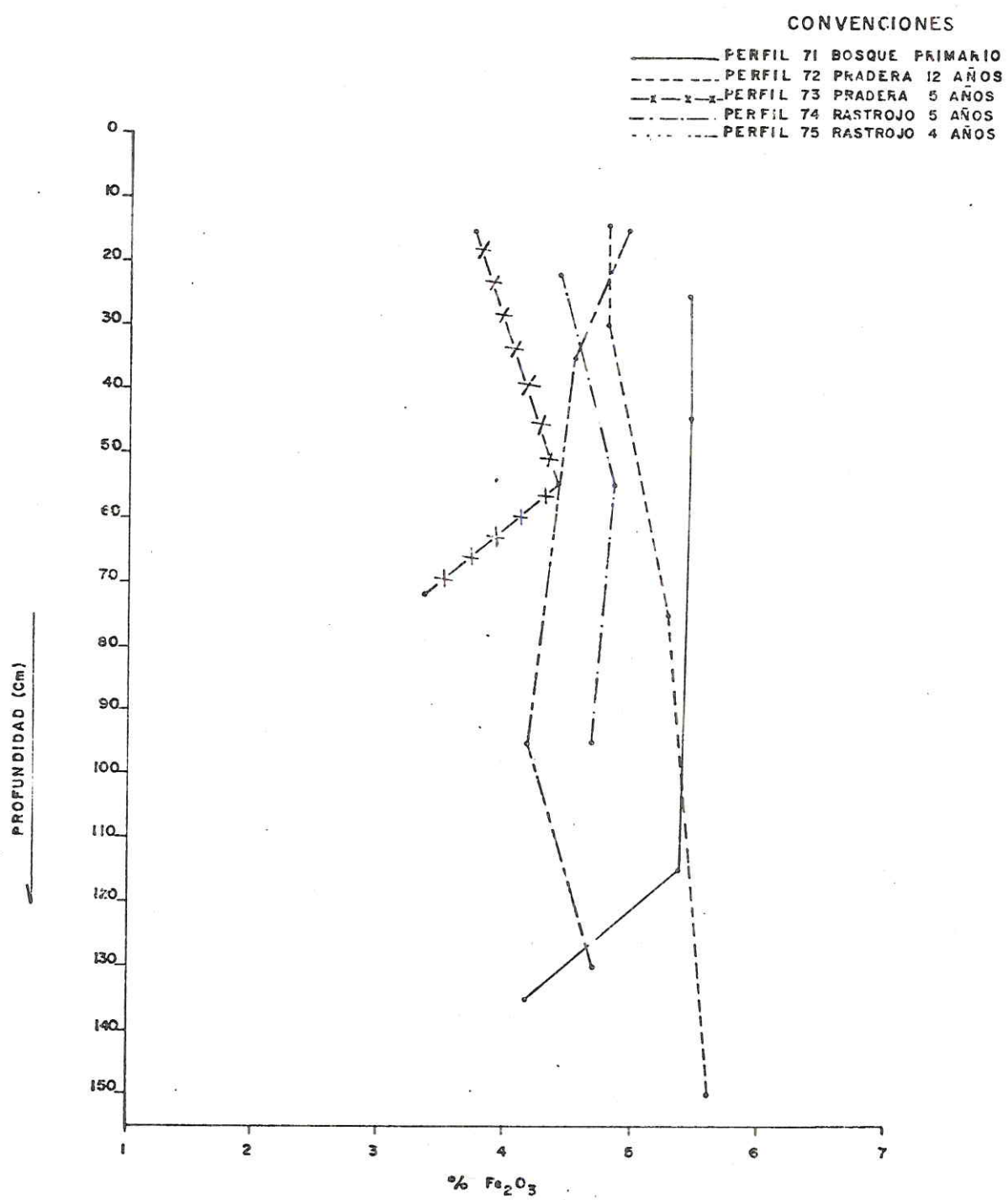


Figura 17. RELACION ENTRE LA DISTRIBUCION DEL HIERRO LIBRE, LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL USO DEL MISMO. SUELO MIRAFLORES.

lada y quemada la vegetación.

4.3.4. Efectos en la mineralogía

4.3.4.1. Fracción arena

Los resultados del análisis mineralógico de esta fracción indican que ningún cambio manifiesto ocurre cuando los suelos son utilizados (Tabla 7); esto es explicable, porque los minerales presentes, fundamentalmente el cuarzo, son de difícil alteración aún en medios drásticos de intemperismo como es el caso de la región amazónica, por lo cual tienden a permanecer en el suelo como minerales residuales.

4.3.4.2. Fracción arcilla

La confrontación de los resultados del análisis mineralógico de la fracción arcilla entre los lotes de suelo incorporados y los respetivos testigos indica, en general, que la composición mineralógica de la fracción arcilla de todos ellos es muy similar. El único cambio que ocurre afecta los predios incorporados del suelo Puerto Viejo, en estos lotes el contenido de vermiculita con hidroxialuminio interlaminar disminuye con relación al testigo (Tabla 8). La disminución de este mineral indica, sin lugar a dudas, que los minerales relativamente fáciles de alterar que poseen los suelos bajo bosque virgen y que han permanecido en ellos a causa de una interacción entre factores y procesos de formación del suelo relativamente muy estable, pueden evolucionar a otra especie mineral más estable o ser destruidos totalmente cuando esta interacción es alterada y llevada a condiciones más drásticas.

Malagón et al (48) aducen que la alta estabilidad de la frac
ción mineral de los suelos amazónicos hace que el uso de éstos no la afec
te o la haga muy parcialmente; según estos autores, evidencias de las es
casas transformaciones son: la interestratificación de minerales arcillo
sos y la formación de gibsita y fitolitos (opalo).

4.3.5. Efectos del uso en los factores y procesos de formación de los sue los estudiados

La selva no intervenida constituye un ecosistema estable don
de todos los componentes evolucionan progresivamente de acuerdo con las
condiciones presentes; la alteración de ese equilibrio a través de la ta
la y la quema de la vegetación, causa serias modificaciones en la evolución
de algunos de los parámetros componentes del ecosistema lo que a su vez
afecta total o parcialmente el equilibrio ecológico.

En el caso de los suelos Puerto Viejo y Miraflores dichas prác
ticas han producido alteraciones en los factores y procesos de formación
de los suelos que han provocado modificaciones en sus características, pro
iedades y procesos evolutivos.

Las observaciones de campo realizadas permiten establecer que
es la pérdida del horizonte orgánico (H) en todos los predios incorporados
uno de los cambios sustanciales que acontecen. Esto indica que al faltar
el efecto protectorio de la vegetación boscosa sobreviene sobre el suelo
desnudo el impacto directo de los factores ambientales (precipitación y
temperatura) que en última instancia modifican el microclima; es decir que
los primeros factores formadores del suelo que se alteran al talar la ve

vegetación primaria son los organismos y el clima.

También se puede establecer por las mismas observaciones de campo, que al suprimir el uso de los suelos se establece un ciclo sucesional de la vegetación que en última instancia puede regenerar el bosque original; pero, es importante aclarar que la velocidad de regeneración de la vegetación depende del daño que haya sufrido el suelo por el uso y manejo efectuados. Los lotes representados por el perfil 61 (suelo Puerto Viejo) y por los perfiles 74 y 75 (suelo Miraflores) ilustran la anterior particularidad; en el primero de ellos, al cabo de 5 años se regeneró un bosque secundario, mientras que en los dos restantes en un lapso algo similar solo se regeneró un rastrojo (Tabla 1). La diferencia del tipo de vegetación entre estos lotes se explica al considerar que el lote representado por el perfil 61 únicamente fue talado y quemado, mientras que los dos restantes, antes de dejarlos enrastrojar, fueron sembrados con yuca durante un año, lo cual, posiblemente, redujo el exiguo contenido de nutrientes que quedó disponible después de la quema.

También se deduce que en el período de tiempo durante el cual el suelo permanece desnudo (entre la tala y la implantación de una cubierta vegetal densa), éste recibe directamente el impacto de las lluvias que en algunos casos (suelo Puerto Viejo) provoca la degradación estructural del horizonte superficial con su consecuente compactación y por ende, una drástica disminución en la tasa de infiltración. Esta característica causa un notorio incremento en la tasa de escorrentía y un ostensible aumento en la erosión. Las razones anteriores permiten inferir que el incremento en la velocidad del proceso erosivo por efectos del uso del suelo alte

ra, en cierta forma, el relieve en que él se encuentra.

Otro hecho importante es que la tala y quema, en ciertos casos pueden acelerar ostensiblemente la interacción de los factores y procesos de formación del suelo; corrobora este hecho la presencia de capas endurecidas (capas petroféricas) por óxidos de hierro en los perfiles 61 y 63 del suelo Puerto Viejo (Figura 6). Esta característica también fue encontrada por Malagón et al (48) en suelos amazónicos del área del Igara-Paraná.

Respecto a los cambios producidos en los procesos de formación por efecto del uso de los suelos, se han podido detectar algunos mediante las observaciones de campo y posteriores resultados analíticos.

Las pérdidas ocurridas en los lotes incorporados de los suelos Puerto Viejo y Miraflores se restringen básicamente a las siguientes:

- a) Pérdida del horizonte orgánico (H) debido a la rápida oxidación sufrida por los residuos vegetales al ser expuestos al efecto directo de los factores climáticos;
- b) Pérdidas, por el efecto combinado de la lixiviación y la escorrentía, de las diferentes sustancias inorgánicas (principalmente bases) liberadas tanto en el proceso de la quema de los residuos vegetales, como en la oxidación de los materiales orgánicos; esta pérdida es más acentuada en los diferentes lotes del suelo Miraflores;
- c) Pérdida acelerada de los materiales edáficos superficiales por efectos del proceso erosivo; este hecho es más notorio en los lotes del suelo Puer

to Viejo, ya que en algunos casos afecta totalmente al horizonte superficial y parcialmente al subyacente (Figuras 6 y 7). En este proceso la compactación del horizonte superficial, provocada por la degradación de la estructura, disminuye la tasa de infiltración e incrementa la de escorrentía, lo cual genera en última instancia una mayor pérdida de materiales edáficos;

d) Desaparición de los diferentes organismos del suelo, principalmente aquellos presentes en el horizonte orgánico (H).

Cuando los suelos son utilizados suceden también ganancias de materiales edáficos, especialmente en los horizontes superficiales, concretamente en: materia orgánica íntimamente mezclada con el material mineral en los horizontes superficiales (Tabla 5); materia orgánica en la superficie de aquellos predios que se dejan de utilizar (Figuras 6 y 7), fósforo disponible y bases totales (especialmente en el suelo Puerto Viejo).

Además de las pérdidas y ganancias de materiales edáficos, el uso de los suelos Puerto Viejo y Miraflores también propicia la transformación y translocación de estos componentes, lo cual es más evidente en el suelo Puerto Viejo. Estos eventos se circunscriben a:

a) Una rápida mineralización y humificación de los residuos orgánicos y mezcla íntima entre los compuestos húmicos y los materiales inorgánicos. Este proceso produce translocaciones de ácidos orgánicos (principalmente fúlvicos) en algunos perfiles;

b) Reacciones irreversibles de compuestos ferrosos a férricos por efecto

del cambio en el microclima. Ocasionalmente estas reacciones propician la formación de capas endurecidas dentro de los suelos, lo que eventualmente origina niveles freáticos colgantes que pueden incidir en los procesos genéticos y evolutivos, a través de transformaciones dentro del suelo de áreas oxidadas a reducidas. Este proceso ocurre en los perfiles 61 (bosque secundario) y 63 (agricultura) del suelo Puerto Viejo (Figura 6). Las transformaciones irreversibles del hierro también pueden intervenir en la cementación de los materiales edáficos fomentando el estado de agregación de los suelos.

Se presume que en la formación de las capas duras se han involucrado procesos de translocación del hierro solo o combinado con ácidos orgánicos (fúlvicos o precursores de ácidos húmicos), y

c) Evolución de la vermiculita con hidroxialuminio interlaminaar, para dar paso a la formación de un mineral arcilloso más estable (posiblemente caolinita) en las condiciones del nuevo medio de alteración propiciado por la tala. Este proceso ocurre únicamente en los lotes incorporados del suelo Puerto Viejo (Tabla 2).

Cambios muy similares de los factores y procesos de formación y similitud en las formaciones pedológicas resultantes, fueron detectados por Malagón et al (48) en suelos amazónicos del área del Igara-Paraná.

Se concluye, por consiguiente, que la utilización de los suelos Puerto Viejo y Miraflores produce cambios en los factores de formación, especialmente en el microclima, lo que genera una mayor y más rápida interacción de los procesos de formación que pueden, en un momento de

terminado, alterar sustancialmente el proceso evolutivo de estos suelos.

4.3.6. Efecto del uso en la clasificación

No obstante que el uso de los suelos Puerto Viejo y Miraflores provocó cambios en sus características y propiedades, estas modificaciones no fueron tan sustanciales como para variar la clasificación de los suelos incorporados; por tal motivo la clasificación de los suelos en los lotes incorporados es similar a la de los respectivos testigos (Tabla 9).

Es necesario puntualizar que el cambio en la familia textural de los perfiles 73 (pradera) y 74 (rastrojo) no se debe a cambios en la distribución granulométrica por el uso, sino a un efecto de la posición fisiográfica en la que dichos perfiles se ubican.

5. CONCLUSIONES

5.1. Características morfológicas

Los suelos Puerto Viejo y Miraflores, bajo bosque primario , presentan un perfil con horizontes A, B y C bien definidos y con una delgada capa superficial compuesta de residuos orgánicos en diferentes estados de alteración. Estos suelos son profundos, moderadamente bien drenados, arcillosos, friables, plásticos, pegajosos, moderadamente bien estructurados, porosos, pardo amarillentos en superficie y pardo rojizos en profundidad; están afectados ligeramente por erosión hídrica de tipo laminar. El suelo Puerto Viejo se distingue por la presencia de una textura más gruesa (franco arcillosa) en el horizonte superficial, de nódulos férricos a través del perfil y de plintita a partir de los 100 centímetros de profundidad. Ambos suelos soportan una notoria actividad microbial en los primeros 50 centímetros.

5.1.1. Variaciones de las características morfológicas con el uso del sue lo

Los cambios morfológicos fundamentales provocados por el uso en los suelos estudiados son los siguientes:

a) Pérdida del horizonte orgánico (H) en un corto período de tiempo. Este horizonte se recupera gradualmente al dejar crecer de nuevo la vegetación natural, pero el espesor que obtenga depende de la densidad y rata de crecimiento del bosque invasor, lo que a su vez depende del daño que haya sufrido el suelo por el uso y manejo efectuados.

b) Pérdida de materiales edáficos debido a procesos erosivos drásticos de tipo hídrico, que han afectado principalmente al horizonte Ah; estos procesos ocurren por un incremento en la rata de escorrentía debido a la compactación superficial que sufre el suelo, cuando se degrada su estructura bajo el impacto directo de las gotas de lluvia. El fenómeno es más notorio en el suelo Puerto Viejo.

c) Modificaciones en la actividad macrobial y microbial, especialmente aquella comúnmente presente en el horizonte orgánico.

d) En el suelo Puerto Viejo el uso agropecuario o la simple quema en algunos casos (suelo bajo cultivos y bajo bosque secundario), son lo suficientemente drásticos como para provocar la formación de capas endurecidas (costras).

e) No se encuentra correlación entre los cambios morfológicos ocurridos y la clase e intensidad de uso.

5.2. Propiedades físicas

Los suelos Puerto Viejo y Miraflores bajo bosque primario se caracterizan por presentar las siguientes propiedades físicas:

a) Predominio de texturas finas (más de 60% de arcilla) en todo el perfil; se exceptúa el horizonte Ah del suelo Puerto Viejo que presenta textura franca arcillosa (más de 60% de arena);

b) La estructura es de bloques subangulares en los dos suelos, pero la estabilidad de los agregados es variable. En los horizontes superficiales

(Ah y AB) del suelo Puerto Viejo los agregados menores de 0.5 mm de diámetro no llegan a un 10%, en cambio aquellos entre 1 y 4 mm y entre 4 y 6 mm alcanzan contenidos cercanos al 50 y al 26%, respectivamente. La media geométrica de los agregados indica un óptimo grado de agregación.

La distribución por tamaño de los agregados en los horizontes superficiales del suelo Miraflores y los valores de su media geométrica (0.94 mm para el Ah y 0.59 mm para el BA) indican que en los horizontes superficiales de este suelo la estabilidad de la estructura es moderada por lo que se puede degradar, con el consiguiente aumento de los procesos erosivos.

En el suelo Puerto Viejo la materia orgánica, en especial los ácidos húmicos que la conforman, es el principal agente responsable de la agregación y estabilidad de la estructura en el horizonte Ah, mientras que en el AB lo son fundamentalmente el contenido de arcilla y los óxidos libres de hierro. En el suelo Miraflores el contenido de arcilla y los óxidos de hierro libre son los agentes que más inciden en la agregación y estabilidad de la estructura, ya que la materia orgánica parece que ejerce poca influencia sobre esta propiedad, debido a que la relación entre ácidos húmicos (agentes cementantes) y fúlvicos (agentes disgregantes) es casi igual a la unidad.

c) Las densidades real y aparente son en general superiores a 2.5 g/cc y a 1.1 g/cc, respectivamente, y la porosidad total superior al 45%. En el suelo Puerto Viejo por ejemplo la densidad real alcanza valores de 2.9 g/cc en el horizonte Ah y de 3.1 g/cc en el AB, y la densidad aparente es

igual a 1.6 g/cc en el Ah y a 1.5 g/cc en el BA; los altos valores de estas características se deben en gran parte a la presencia de concreciones ferruginosas (más del 20%) y además indican serias restricciones para el crecimiento y penetración normal de las raíces.

En el suelo Miraflores las densidades real y aparente presentan valores óptimos para el normal crecimiento radicular.

La porosidad total es óptima en ambos suelos y refleja la adecuada agregación de los materiales edáficos; sin embargo es necesario efectuar investigaciones dirigidas a determinar la relación macroporosidad : microporosidad que es la que gobierna en gran parte el balance humedad : aireación que es fundamental en las interacciones del suelo con la planta.

d) El índice de plasticidad es alto en el suelo Puerto Viejo y moderado en Miraflores. Esta propiedad está muy acorde a la composición mineralógica de la fracción arcilla que presentan ambos suelos; así en el suelo Puerto Viejo los valores de dicho índice están influenciados en gran parte por el contenido de micas, mientras que en el Miraflores lo están por la caolinita.

e) El agua retenida a tensiones de 0.1, 0.3 y 15 atmósferas y el agua aprovechable presentan valores bajos en el horizonte superficial (Ah) del suelo Puerto Viejo debido al predominio de la fracción arena; en el resto de horizontes estos dos parámetros son altos. En el suelo Miraflores el agua retenida es alta y el agua aprovechable para las plantas moderada. En ambos suelos el agua retenida entre 0.1 y 15 atmósferas refleja en forma más real la humedad disponible para las plantas.

5.2.1. Variación de las características físicas con el uso del suelo

El uso y manejo de los suelos Puerto Viejo y Miraflores inci
de de diferente manera sobre sus propiedades físicas.

a) En general la textura de los suelos no resulta afectada por el uso. No obstante, en el suelo Puerto Viejo la ausencia de la textura gruesa en el horizonte superficial es la huella dejada por la erosión de este horizon
te cuando el suelo fue despojado de su vegetación natural y dedicado a otros usos. El mayor contenido de arena en los suelos bajo pradera (perfil 73) y bajo rastrojo (perfil 74) del suelo Miraflores no es causado por el uso, sino por una gradación textural propiciada por la ubicación de éstos en la zona de contacto entre la superficie de denudación y la terraza al
ta.

b) La estructura del suelo resulta afectada en diverso grado por el uso y manejo. En el suelo Puerto Viejo el uso agropecuario o la simple quema pro
duce, en ciertos casos (suelos bajo bosque secundario y cultivos) la de
gradación de la estructura en forma tal que se compactan los primeros 5 centímetros superficiales, esto incrementa la velocidad de escorrentía y fomenta los procesos erosivos. Aunque el uso, en general, provoca la com
pactación de la superficie del suelo, la agricultura es la que más degrada su estructura, ya que dicha práctica produce un incremento de los agrega
dos menores de 0.5 mm de diámetro; otros usos (pastos y bosque secundario) poco afectan aquella propiedad, especialmente en los horizontes superficia
les.

La utilización prolongada con praderas en el suelo Miraflores

propicia un mejoramiento de sus características estructurales, ya que la degradación estructural es más baja que la mostrada por el suelo testigo especialmente en el horizonte superficial. El pastoreo invasor por efecto de su densidad mejora la estabilidad de la estructura, porque fomenta la formación de agregados de tamaños deseables especialmente en el horizonte superficial.

Mantener los suelos bajo pastizales mejora, a través del tiempo, la agregación en el horizonte superficial, por la acción que ejercen el sistema radicular de los pastos y por la materia orgánica que éstos aportan.

La composición del humus como también la proporción en que se hallen estos componentes (ácidos húmicos y fúlvicos), no afecta el grado de agregación de los suelos sometidos a uso.

Los óxidos de hierro libre inciden de manera favorable en la agregación de los materiales edáficos, especialmente en el horizonte superficial; esta acción se atribuye a la cementación que propician estos óxidos cuando se deshidratan irreversiblemente al ser expuestos los suelos al impacto directo de los factores ambientales.

c) La utilización de los suelos Puerto Viejo y Miraflores no produce variaciones sustanciales en sus densidades real y aparente o en su porosidad total; no obstante, se presume que en aquellos horizontes donde ha ocurrido formación de corazas, como en los lotes bajo bosque secundario y bajo agricultura del suelo Puerto Viejo, los valores de la densidad real y aparente serán muy altos y en consecuencia la porosidad total estará disminuída.

nuda.

d) Es necesario realizar análisis tendientes a cuantificar en los suelos la macroporosidad, microporosidad, velocidad de infiltración y conductividad hidráulica con el fin de dilucidar en qué grado los afecta el uso y el manejo.

e) Tampoco los límites líquido y plástico y el índice de plasticidad varían sustancialmente cuando los suelos son utilizados. En los lotes bajo pradera (perfil 73) y bajo rastrojo (perfil 74) del suelo Miraflores los valores más bajos, con relación al testigo, de estos índices son una expresión no del uso dado a los suelos, sino de los bajos contenidos de arcilla.

f) La utilización de los suelos estudiados no produjo cambios fundamentales en lo que se refiere a los parámetros retención de humedad y volumen de agua aprovechable. En el suelo Miraflores algunos predios bajo pradera y bajo rastrojo presentan, con relación al suelo testigo, valores más bajos; esto se explica solo por el hecho de que son menos arcillosos que el testigo.

5.3. Propiedades químicas

a) Los suelos son ácidos en todo el perfil y presentan carga negativa de acuerdo a la determinación del pH en agua y en cloruro de potasio. Se observa cierta tendencia de la acidez a aumentar en los horizontes superficiales.

b) La materia orgánica de los suelos estudiados decrece regularmente con

la profundidad; en los primeros cincuenta centímetros los contenidos relativamente altos se deben, probablemente, a una manifiesta actividad microbiana.

La relación ácidos fúlvicos: ácidos húmicos es inferior a 1, condición típica en los suelos ferralíticos de acuerdo a la escuela pedológica francesa de Douchafour. El carbón extractable no alcanza al 20% del carbono total, con excepción de los horizontes superficiales del suelo Puerto Viejo en los cuales los valores llegan casi al 40%.

Los resultados obtenidos indican que la materia orgánica de los suelos objeto de esta investigación está en equilibrio con el ecosistema.

c) La capacidad de intercambio de cationes determinada con acetato de amonio normal y neutro (CICA) es en general baja en los horizontes subyacentes y media en los superficiales. La capacidad de intercambio efectiva (CICE) calculada mediante la suma de bases y acidez intercambiable presenta valores muy bajos en el suelo Miraflores y en algún horizonte del suelo Puerto Viejo; en este último se observan cifras más altas de la CICE que no guardan relación con la naturaleza caolinítica de la arcilla presente y podrían indicar la presencia de formas de aluminio parcialmente ionizables en agua que aumentarían las cantidades de este catión al hacer la determinación de acidez intercambiable.

d) Características comunes a ambos suelos son un contenido muy pobre de bases intercambiables y de fósforo disponible, la saturación de bases baja y la muy alta saturación de aluminio.

e) Los suelos, con excepción de los horizontes superficiales del suelo Puerto Viejo, presentan altos contenidos de hierro libre. La presencia de este elemento está de acuerdo con la existencia de minerales como hematita, goetita y de concreciones férricas en los perfiles de suelo.

5.3.1. Variaciones de las propiedades químicas con el uso del suelo

a) El uso dado a los suelos no ocasiona cambios significativos de la acidez; eventualmente en algunos lotes del suelo Miraflores, la acidez es menor en los horizontes más profundos. Tampoco incide sobre la carga neta negativa.

b) La utilización agropecuaria de los suelos Puerto Viejo y Miraflores ocasiona la pérdida del horizonte orgánico en un corto período de tiempo; dicha capa se regenera cuando el suelo se deja enmontar de nuevo. La pérdida del horizonte orgánico rompe el equilibrio natural existente cuando hay un reciclaje de nutrientes entre el suelo y el bosque como es el caso de la región amazónica.

El uso de estos suelos con pastizales propicia un ligero incremento en los contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial; igual efecto ocurre cuando los suelos están bajo bosque secundario o bajo rastrojo.

El uso de los suelos estudiados no induce cambios sustanciales en el carbono extractable ni en la relación ácidos fúlvicos: ácidos húmicos.

c) Los suelos Puerto Viejo y Miraflores bajo uso presentan ligeros incre

mentos de la capacidad de intercambio de cationes con acetato de amonio normal y neutro (CICN) en el horizonte superficial, lo cual está muy relacionado con el aumento de la materia orgánica; la capacidad de intercambio efectiva (CICE), en cambio no sufre modificaciones significativas con el uso. El tiempo durante el cual se mantiene el suelo bajo un mismo tipo de uso no repercute en la propiedad de intercambio de cationes en cualquiera de sus formas.

d) El uso y manejo de los suelos Puerto Viejo y Miraflores ha fomentado cambios trascendentales en el contenido de bases intercambiables, especialmente de aquellas contenidas en los compuestos orgánicos de los materiales vegetales del horizonte H; una rápida liberación de bases en este horizonte a causa de la excesiva oxidación de la materia orgánica, propició la pérdida de buena parte de ellas por lixiviación y/o escorrentía y solamente bajas cantidades fueron retenidas por el complejo de intercambio, especialmente en el horizonte superficial. Este proceso de retención es evidente en los lotes incorporados del suelo Puerto Viejo y en el horizonte superficial del suelo Miraflores utilizado con pradera. De las bases retenidas, solamente el potasio alcanza niveles moderadamente aprovechables por las plantas. El contenido, distribución y saturación de las bases intercambiables es independiente del tiempo durante el cual el suelo permanece sometido a un mismo uso.

El aluminio no varía significativamente cuando se utiliza el suelo; tampoco el fósforo disponible para las plantas cambia, aunque ligeros incrementos de este elemento en el horizonte superficial pueden ocurrir al descomponerse el horizonte orgánico (H).

e) Al utilizar los suelos Puerto Viejo y Miraflores el hierro libre disminuye, generalmente, con relación a los testigos; las desviaciones más marcadas se presentan en el horizonte superficial lo que se puede atribuir al secado irreversible de algunos compuestos hidratados de hierro por acción directa de los factores ambientales después de la tala y/o a traslocación del hierro a partes más profundas del perfil.

5.4. Mineralogía

a) El cuarzo es el mineral predominante en la fracción arena de los dos suelos estudiados. Otros minerales como el circon, la turmalina, el rutilo entre los resistentes al intemperismo y anfíboles, piraxenos, epidota y feldespatos, entre los fácilmente alterables se encuentran en muy pequeñas cantidades. En todos los horizontes analizados se detectó la presencia de minerales opacos y fitolitos.

Los granos de cuarzo presentan formas irregulares con contornos subangulares y subredondeados que indican, en forma general, que los sedimentos integrantes del material parental de los suelos actuales ha sufrido varios ciclos de erosión y sedimentación.

b) La fracción arcilla está integrada principalmente por caolinita. También están presentes micas, vermiculita con hidroxialuminio interlaminar, cuarzo y algunos minerales interestratificados. En el suelo Miraflores hay gibsita además de los minerales citados (excepto micas).

5.4.1. Variaciones en la mineralogía con el uso del suelo

a) La composición mineralógica de la fracción arena de los suelos bajo es

tudio no sufre cambios manifiestos cuando son utilizados con fines agropecuarios, lo cual se explica por el carácter resistente de los minerales encontrados frente a los procesos de alteración.

b) Salvo ligeras disminuciones en el contenido de vermiculita con aluminio interlaminar en el suelo Puerto Viejo, la composición mineralógica de la fracción arcilla de los dos suelos permanece inalterada cuando éstos son sometidos al cultivo, lo cual se explica por el alto grado de resistencia que ofrecen a los procesos de alteración los minerales componentes de esta fracción.

5.5. Factores y procesos de formación de suelos

a) El clima y el material parental son los factores formadores que mayor incidencia presentan en la génesis y evolución de los suelos Puerto Viejo y Miraflores. El clima, a través de altas temperaturas y precipitaciones (27°C y 2500 mm anuales en promedio), propicia acentuados procesos de alteración de tipo químico que han afectado intensamente los materiales edáficos. A causa de su carácter policéfico, el material parental influye de tal manera que solamente se presentan especies mineralógicas resistentes como principales componentes de las fracciones arena, limo y arcilla. Los demás factores en la formación de suelos (organismos, relieve y tiempo) aunque han desempeñado un papel importante en su evolución se presume no han tenido incidencia tan acentuada como la del clima y la del material parental.

b) Los procesos de formación más importantes en la génesis y evolución de los suelos investigados son en orden de importancia: pérdidas, transformam

ciones y adiciones. Gran cantidad de agua percolante ha removido no solo cationes metálicos fácilmente solubles como el calcio, el magnesio, el potasio y el sodio, sino también elementos de baja solubilidad como el silicio. Los procesos de transformación encuentran su mayor campo de acción en los materiales orgánicos, ya que en la actualidad su efecto es poco importante sobre los materiales inorgánicos; no obstante, debe tenerse en cuenta el papel primordial de las transformaciones durante las primeras etapas de evolución de estos suelos, que junto a pérdidas de bases y sílice dieron lugar al proceso de laterización que los tipifica ampliamente.

5.5.1. Cambios en los factores y procesos de formación con el uso del suelo

La tala y quema de la vegetación primaria de los suelos favorece el impacto directo de los factores ambientales (precipitación y radiación solar), lo que en última instancia altera el ciclo evolutivo normal de estos suelos, con los consiguientes cambios en características y propiedades de ellos. Como resultado de todo lo anterior ocurren los siguientes eventos: desaparición del horizonte orgánico (H) y con él la de numerosos elementos; incremento en la pérdida de materiales edáficos por erosión; formación eventual de costras por transformación irreversible de compuestos ferrosos a férricos; transformación de algunos minerales relativamente estables a otros más estables (cambio que ocurre especialmente a la vermiculita con aluminio interlamilar); ganancias ocasionales de algunos iones liberados al oxidarse los materiales del horizonte orgánico y ganancia de materia orgánica en el horizonte superficial (horizonte A).

5.6. Clasificación

Por las características morfológicas y las propiedades químicas, físicas y mineralógicas, además de otra serie de parámetros tanto externos como internos, los suelos investigados se han clasificado hasta el nivel de familia, de acuerdo a las especificaciones del sistema taxonómico de los Estados Unidos, de la siguiente manera:

Suelo Puerto Viejo: Haplorthox Tropeptico, plintítico, arcilloso muy fino, caolinítico, isohipertérmico.

Suelo Miraflores : Haplorthox Típico, arcilloso muy fino, caolinítico, isohipertérmico.

5.6.1. Variaciones en la clasificación con el uso del suelo

No obstante el uso de los suelos bajo estudio provocó algunos cambios en las características y propiedades, estas modificaciones no fueron tan sustanciales como para variar su taxonomía.

5.7. Conclusión general

Como resultado de la investigación se puede afirmar que cualquier tipo de utilización o aún la simple tala y quema disturba las condiciones naturales del ecosistema amazónico. El impacto en la calidad del medio ambiente amazónico depende de la inteligencia del hombre para utilizar prácticas adecuadas de manejo de los recursos naturales, entre las que se cuenta como la más importante la utilización de la tierra de acuerdo a su verdadera capacidad de uso.

Es indiscutible que deben realizarse investigaciones sobre muchos parámetros no contemplados en este trabajo, o tratados solo en forma superficial. Es también importante que se tenga en cuenta que el bosque puede ofrecer al hombre infinidad de productos que podrían constituirse en materia prima de muchas industrias, lo cual conllevaría a explotar el bosque como bosque causando así el menor impacto posible en la armonía de los ecosistemas.

RESUMEN

Se realizó una investigación en la región de Miraflores (Vaupés, Colombia) cuyo objetivo primordial fue analizar el efecto del uso en las propiedades morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas y en la génesis, evolución y clasificación de los suelos. Para tal fin se seleccionaron dos suelos representativos de la superficie de denudación, comúnmente conocido como "lomerío".

El clima del área es caliente y húmedo con precipitación promedio anual de 2500 mm y temperatura promedio anual de 27°C. La vegetación característica es la del bosque húmedo Tropical. El material parental de los suelos está constituido por sedimentos aluviales mezclados, con varios ciclos de sedimentación y erosión.

Para alcanzar los objetivos de la investigación se estudió el mismo suelo en las siguientes condiciones: bosque primario, bosque secundario, rastrojo, pradera y agricultura migratoria; para cada uno de estos casos se describió, clasificó y muestreó un perfil de suelo. Las muestras obtenidas se analizaron en el laboratorio para caracterizar sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas. Se realizaron pruebas para determinar la estabilidad de los agregados en muestras indisturbadas de los horizontes superficiales.

A través del estudio realizado se concluye que los suelos presentan buenas propiedades físicas; son ácidos, pobres en materia orgánica (exceptuado el horizonte H), pobres en bases intercambiables y fósforo disponible y generalmente altos en aluminio intercambiable y hierro libre.

Los suelos son altamente evolucionados, principalmente por acción del clima y pertenecen a los subgrupos Haplorthox Típico y Haplorthox Tropicóplintítico.

La utilización de estos suelos afecta drásticamente la morfología del perfil, ya que se pierde el horizonte orgánico y parte del superficial (horizonte A) y eventualmente se forman corazas ferruginosas. De las propiedades físicas la más afectada es la estructura del suelo, especialmente cuando se utiliza en agricultura.

Se observa una pérdida total tanto de materia orgánica como de bases intercambiables por remoción del horizonte orgánico; eventualmente, cantidades exiguas de bases resultan retenidas por el suelo. Se nota un ligero incremento en los niveles de materia orgánica en el horizonte superficial (horizonte A), especialmente cuando el suelo está bajo pradera. No se encontraron variaciones fundamentales en cuanto a la composición mineralógica de los suelos.

La utilización de los suelos estudiados altera su ciclo normal evolutivo, lo que a la postre produce cambios en sus características y propiedades. Los cambios no son lo suficientemente drásticos para variar la clasificación.

SUMMARY

Aiming analyzing the impact of the land use on the morphology, the physical, chemical and mineralogical properties of the soils and consequently on their genesis, evolution and classification, a research was carried out in Miraflores (Colombian Amazon).

In this respect two representative soils were selected from the so-called "lomerio" erosion surfaces.

The climate of the area is hot and humid; rainfall averages 2500 mm/ year, mean annual temperature is 27°C. The vegetation is typical for a tropical rainforest. Soil parent materials are mixed alluviums which have endured alternated deposition erosion cycles.

In order to accomplish the objectives of the research the soil was studied in the following environmental conditions: primary forest, secondary forest, stubble, prairie and shifting cultivation. Soil profiles, one each for the particular condition were described, classified and sampled for physical, chemical and mineralogical analyses. The stability of soil aggregates for surface horizons was tested in original samples.

After the analyses it came out that the soils have good physical properties; chemically they are acid and except for the H horizons their organic matter content is low, as it is their exchangeable cations and available phosphorus; exchangeable aluminium and free iron on the other hand are high.

Due mainly to climate the soils are strongly developed; they

were classified as Typic Haplorthox and Plinthic Tropeptic Haplorthox.

The morphology of the profile is severely affected by land use practices. As a matter of fact the H and part of the A horizons are lost and eventually duricrusts are developed. Soil structure is the most affected especially where agriculture is the main use.

After the removal of the H horizon the loss of both organic matter and exchangeable bases is complete; eventually very low amounts of bases remain in the profile.

If the soil is under prairie the organic matter content becomes a little higher. There were no significant differences in the mineralogical composition of the soils.

It can be said that different uses affect the normal evolution of the soil and at the end the characteristics and properties of the profile change. Nevertheless, those changes are not strong enough to change the soil classification.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALEXANDER, L.; CADY, I. Genesis and hardening of laterite in soils. Washington, United States Department of Agriculture, Technical Bulletin 1282, 1962. 40 p.
2. BAVER, L.; GARDNER, H.; GARDNER, R. Física de suelos. México, U.T.E.H.A., 1973. p. 1-44; 138-236.
3. _____ Propiedades físicas de los suelos. En: United States, Academia Nacional de Ciencias. Suelos de las regiones tropicales húmedas. Buenos Aires, Marymar Ed., 1975. p.230-241.
4. BEEK, K.; SOMBOEK, A.; WAMBEKE, A. eds. Evaluación y manejo de suelos en la Región Amazónica. Santiago de Chile, Food and Agriculture Organization, Regional Office for Latin American, Boletín Latinoamericano sobre Fomento de Tierras y Aguas, 1972. 181 p.
5. BENAVIDES, S. Mineralogía and chemical characteristics of some soils of the Amazonia of Colombia. Raleigh, North Carolina State University, 1971. p.10-12 (Tesis Ph.D).
6. _____; VARELA, J. Algunos aspectos de suelos, de uso de la tierra y de investigaciones agrícolas en el sector Puerto Leguizamo, La Tigua en Putumayo. Bogotá, Centro Interamericano de Fotogrametría, 1975. 20 p.
7. BERNIERI, J. The red and yellow of the tropical and subtropical uplands. Soil Science (United States) 95:250-257 1963.
8. BLACK, C. ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society Agronomy, 1965. 2v.
9. BLASCO, M. Información preliminar de los suelos del Amazonas Colombiano. Anales de Edafología y Agrobiología (España) 27:47-55, 1968.
10. BORNEMISEA, E.; IGUE, K. Oxidos de hierro y aluminio en suelos tropicales. Turrialba (Costa Rica) 17(1):23-30. 1967.
11. BRINKMANN, W.; NASCIMENTO, J. The effect of slash and burn agriculture of plant nutrients in the Tertiary Region of Central Amazonia. Turrialba (Costa Rica) 23(3):284-290. 1973.
12. BUCHHEIN, H.; BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. México, U.T.E.H.A., 1966. p 42-70.
13. BUOL, S.; HOLE, F.; MCCRAKEN, R. Soil and clasification. Ames, the Iowa State University Press, 1973. p. 76-155; 282-291.

14. COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estudio preliminar de suelos y otros aspectos de la Colonia Penal del Araracuara, Caquetá. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1974. p. 46-72 (Publicación n.º 1)
15. _____ Estudio detallado de suelos del centro de desarrollo integrado Las Gaviotas, Comisaría del Vichada. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1974. p. 46-72. (v.x.n.3).
16. _____ Suelos, descripción. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1975. 100 p.
17. _____ Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1977. s.p. (Mecano.).
18. _____ Problemas de colonización en el Putumayo. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Investigaciones Geográficas, 1974. p. 1-5.
19. CORTES, A. Taxonomía de suelos. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1976. p. 96-160. (v.iii n.1).
20. COULTER, J. Sistemas de manejo de suelos. En: United States. Academia Nacional de Ciencias. Suelos de las regiones tropicales húmedas. Buenos Aires, Marymar Ed., 1975. p. 231-241.
21. CUNNINGHAM, R. The effect of clearing a tropical forest soil. Journal Soil Science (United States) 14,334-335. 1963.
22. DAVIS, W. Baselevel, grade and peneplain. Journal Geology (United States) 10,77-111. 1902.
23. DUCHAUFOR, P. Précis de pédologie. Paris, Mason Ed., 1960. 418 p.
24. ESPINAL, S.; MONTENEGRO, E. Formaciones vegetales de Colombia. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1963. p. 69-98.
25. EYRE, S. Vegetation and soils. Chicago, Aldine Ed., 1968. p. 195-215.
26. FASSBENDER, H.; DIAS, N. Contenido y formas de fósforo de algunos suelos de la región Amazónica del Estado de Maranhão, Brasil. Turrialba (Costa Rica) 20,372-374. 1970.
27. FORSYTHE, W. Física de suelos; manual de laboratorio. San José. Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975. p. 70-76.

28. FUNDACION UNIVERSIDAD DE BOGOTA JORGE TADEO LOZANO. DEPARTAMENTO INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y FONDO COLOMBIANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y PROYECTOS ESPECIALES. Bogotá (Colombia). Génesis, Clasificación y aptitud de explotación de algunos suelos de la Orinoquia y la Amazonia Colombiana. Bogotá, 1973. 184 p.
29. GARAVITO, F. Propiedades químicas de los suelos. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1974. p. 97-124. (v.10n.11).
30. GOOSEN, D. Physiography and soils of the Llanos Orientales. Enschede, Netherlands, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1971. p. 27-33. (Serie B n.64).
31. GUERRERO, R. Soil of the Colombian Llanos Orientales; composition and classification of selected soil profiles. Raleigh, North Carolina State University, 1971. p. 10-13. (Tesis Ph.D).
32. _____ Suelos del Oriente de Colombia. En: Bornemissa, E.; Alvarado, A. eds. Manejo de suelos en la América Latina. San José, Costa Rica, Lechman Ed., 1974. p. 61-92.
33. HARDY, F. Suelos tropicales; pedología tropical con énfasis en América. México, Herrero Ed., 1970. p. 9-35; 267-283.
34. HOLDRIDGE, L. Life zone ecology. San José, Costa Rica, Tropical Science Center Ed., 1971. 124 p.
35. HUBACH, B. Significado geológico de la Llanura Oriental de Colombia. Bogotá, Instituto Geológico Colombiano. Departamento de Paleontología, 1954. 19 p. (Informe 1004).
36. IDROBO, J. Algunas consideraciones ecológicas en la Orinoquia Colombiana. En: Seminario Nacional sobre la Estrategia y Estudios Integrados para el Desarrollo Regional de la Orinoquia Colombiana. Bogotá, 25 Febrero al 6 de Abril, 1973. (Ponencias y Conclusiones). Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Geográfica, 1973. p. 228-237. v.2.
37. JACKSON, M. Análisis químicos de suelos. Barcelona, Omega Ed., 1964. p. 67-81; 282-309.
38. _____ Chemical composition of soil. En: Bear, F. ed. Chemistry of the soil. New York, Reinhold Ed., 1964. p. 71-134. (Am. Chemical Soc., Monography series n.9).
39. JENNY, H. Factors of soil formation. New York, McGraw-Hill, 1941. 270 p.

40. JIMENEZ, J.; SASTRE, C. Algunos aspectos de suelos y vegetación de la cuenca del río Igara-Paraná, Amazonas Colombiano. Bogotá, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Fondo de Investigaciones Científicas, 1975. 21 p. (Mimeo.).
41. JUNG, L. The behavior of the soil in response to changes in land use. *Natural Resources and Development (Federal Republic of Germany)* 5:46-51. 1977.
42. KAMPATH, E. Acidez del suelo y encalado. En: Sánchez, P. ed. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Raleigh, North Carolina State University. Soil Science Department, Technical Bulletin n. 219, 1973. p. 137-150.
43. _____ Exchangeable aluminum as a criteria liming leached mineral soils. *Soil Science Society of American (United States)* 34:252-254. 1970.
44. KELLOG, C. Shifting cultivation. *Soil Science Proceedings (United States)* 95:221-230. 1963.
45. KERR, P. Optical mineralogy. New York, McGraw-Hill, 1959. 442 p.
46. KITTRICK, A.; HOPE, E. A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. *Soil Science (United States)* 96(3):319-325. 1963.
47. KOHNKE, H. Soil physics. New York, McGraw-Hill, 1968. p. 81-89; 118-142.
48. MALAGON, D.; CORTES, A.; JIMENEZ, J. Caracterización, manejo y conservación de algunos suelos de la Amazonia Colombiana; región Igara-Paraná. Bogotá, s.e., 1976. 210 p. (Mecano.).
49. _____ Characterization and genesis of selected soils in the eastern plains of Colombia. Nebraska, University of Nebraska. Department of Agronomy, 1973. p. 5-7. (Tesis Ph.D.).
50. _____ Mineralogía de suelos; sus relaciones con génesis, fertilidad y clasificación de suelos. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica, 1975. p. 293-383; 659-689. (v.xi n.l.).
51. _____ Modelos y caracterización de la génesis de los suelos en dos ecosistemas tropicales (sabana y selva pluvial) de Colombia. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, 1977. 83 p.
52. NAZURAK, A. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. *Soil Science (United States)* 69(2):135-146. 1950.

53. MEGGERS, B. Amazonia; man and culture in counterfrit paradise. Chicago, Aldine Ed., 1971. p. 6-38.
54. MENHA, O.; JACKSON, M. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clay and Clay Minerals (United States)* 58(3):317-327. 1958.
55. MOHR, E. The soils of equatorial regions with special reference to the Netherlands East Indies. Ann Arbor, Edwards Ed, 1948. p. 96-111; 119-121; 151-152.
56. MUNSELL COLOR COMPANY (United States). Munsell soil color charts. Baltimore, Munsell Color Company, 1954. 40 p.
57. NYE, P.; GREENLAND, D. Changes in the soil after clearing a tropical forest. *Plant and Soil (United States)* 21:101-102. 1964.
58. _____ Organic and nutrient cycles under a moist tropical forest. *Plant and soil (United States)* 13:333-346. 1961.
59. OCHSE, J.; SOULE JR., M.; DEJMAN, M.; WEHLBURG, C. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Mexico, Limusa Ed., 1972. p. 163-166.
60. OLSON, R.; EGELSTAND, O. El fósforo y el azufre del suelo. En: United States. Academia Nacional de Ciencias. Suelos de las regiones tropicales húmedas. Buenos Aires, Marymar Ed., 1975. p. 109-132.
61. OPPENHEIM, V. Rasgos geológicos de los Llanos Orientales de Colombia; notas del museo de La Plata. *Geología (Argentina)* 7(21):231-245. 1942.
62. PERCH, M.; ALEXANDER, L.; DEAN, L.; PEED, J. Methods of soil analysis for soil fertility investigation. Washington, United States, Department of Agriculture, 1947. 25 p. (cat.757).
63. PEREZ, J. Análisis mineralógico de arenas. Madrid, Patronato Alonso de Herrera. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Manual de Ciencia Natural, n.1, 1965. 263 p.
64. POORE, D. Normas ecológicas para el desarrollo del trópico húmedo americano. Norweg, Suiza, s.e., 1975. p. 28-34. (mimeo).
65. PRATT, P.; PATERSON, F.; HOLMHEY, C. Qualitative mineralogy and chemical properties of a few soils from Sao Paulo, Brasil. *Turrialba (Costa Rica)* 10:491-496. 1969.
66. RATTAN, L; KANG, B.; MOORMAN, F.; JUD, A.; MOURAN, J. Problemas de manejo de suelos y posibles soluciones en Nigeria Occidental. En: Bormemisza, E.; Alvarado, A. eds. Manejo de suelos en América Tropical. San José. Costa Rica, Lechman Ed., 1974. p. 380-417.

67. SALAS, G. DE LAS. Bases ecológicas para el uso de los suelos en la América Tropical. Bogotá, Fundación para la Nueva Democracia. Serie Ecología. Suelos del Trópico, 1976. p. 129-155.
68. _____; FOLSTER, H. Bioelement loss on clearing a tropical rain forest. Turrialba (Costa Rica) 26(2):179-168. 1976.
69. SANCHEZ, P. Manejo de suelos bajo el sistema de roza. En: Sánchez, P. ed. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Raleigh, North Carolina State University. Department of Soil Science, Technical Bulletin n.219, 1973. p. 51-74.
70. SCHARFEL, R.; BUOL, S. Ultisols and Oxisols of the Savannas and Amazon territory of Venezuela. En: North Carolina State University. Research Program. Tropical soils, annual report 1975. Raleigh, North Carolina State University. Department of Soil Science, 1976. p. 285-287.
71. SOEYERS, R. Informe geomorfológico sobre el viaje Miraflores, Mitú. Bogotá, Centro Interamericano de Fotogrametría, 1975. 26 p.
72. SOMBOEK, W. Amazon soils; a reconnaissance of soils of the Brazilian Amazon Region. Pudoc, Wageningen Ed., 1966. 292 p.
73. STARK, N. Direct nutrient cycling in the Amazon basin. En: Idrobo, M. ed. Biología tropical amazónica. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ciencias Naturales, 1969. p. 172-177.
74. TYLER, J. Genesis of the soils within a detailed soil survey area in the upper Amazon basin, Yurimaguas, Perú. Raleigh, North Carolina State University. Department Soil Science, 1975. 165p. (Tesis Ph.D.).
75. UEHARA, G.; KING, J. Relaciones entre la mineralogía y el manejo de los suelos en la América Latina. En: Bormann, E.; Alvarado A. eds. Manejo de suelos en la América Latina. San José. Costa Rica, Lechmann Ed., 1974. p. 357-370.
76. UNITED STATES. SOIL DEPARTMENT OF AGRICULTURE. SOIL CONSERVATION. Soil Survey Manual. Washington, 1951. p. 138-200. (Handbook n.18).
77. _____ Saline and alkaly soils. Washington, 1954. 60 p. (Handbook n. 60).
78. _____ Soil taxonomy. Washington, 1973. 330 p.
79. _____ Investigación de suelos; métodos de laboratorio y procedimientos para recoger muestras. México, Trillas Ed., 1973. 90 p.
80. _____ ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS. Suelos de las regiones tropicales húmedas. Buenos Aires, Marymar Ed., 1975. p. 9-62.

81. UNITED STATES. DEPARTMENT OF SALINITY. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México, Limusa Ed., 1970. 172 p.
82. WOLF, J. Relaciones suelo-agua en Oxisoles de Puerto Rico y Brasil. En: Bormann, E.; Alvarado, A. eds. Manejo de suelos en la América Latina. San José. Costa Rica, Lechmann Ed., 1974. p. 147-157.
83. YODER, R. A direct method of aggregate analysis and a study of the physical nature of erosion losses. Journal American Society Agronomy (United States) 28,337-351. 1936.
84. YUAN, T. Determination of exchangeable hydrogen in soils by a titration method. Soil Science (United States) 88,164-167. 1939.
85. SANORA, C. Los suelos de las tierras bajas del Perú. En: Bormann, E.; Alvarado, A. eds. Manejo de suelos en la América Latina. San José. Costa Rica, Lechmann Ed., 1974. p. 45-60.

ANEXO 1
Lista de Tablas

TABLA 1. Tipos de uso y manejo efectuados a los perfiles seleccionados

Perfil	Uso actual Años del desmonte	Uso y Manejo efectuados
SUELO PUERTO VIEJO		
60	Bosque Primario	La vegetación predominante es la del bosque muy húmedo tropical, que caracteriza a la Hylea Amazónica.
61	Bosque Secundario 5 años	Desmonte y quema. No se cultivó, soporta vegetación secundaria guarumo (<i>Cecropia</i> spp.), platanillo (<i>Heliconia</i> bīahi L. <i>Musa en</i> sete) y palma mil pesos (<i>Jessenia polycarpa</i> Karst).
62	Pradera 40 años	Desmonte y quema. No se cultivó, se sembraron pastos. Actualmente existe una asociación de pastos trenza (<i>Paspalum notatum</i>), coquito (<i>Cyperus ferax</i>), yaraguá (<i>Melinis minutiflora</i>), puntero (<i>Hyparrhenia ruffa</i>). No se han aplicado fertilizantes ni enmiendas.
63	Agricultura 5 años	Desmonte y quema. Se implantó cultivo de plátano (<i>Musa sapientum</i> L.), a los 3 años se asoció con pasto yaraguá (<i>Melinis minutiflora</i>) y en el quinto se asoció yuca (<i>Manihot utilissima</i> Pohl). No se han aplicado fertilizantes ni enmiendas.
SUELO MIRAFLORES		
71	Bosque Primario	La vegetación predominante es la del bosque muy húmedo tropical, que caracteriza a la Hylea Amazónica.
72	Pradera 12 años	Desmonte y quema de los residuos. Los dos primeros se sembró yuca (<i>Manihot utilissima</i> Pohl) y al cabo de estos se sembraron pastos que es lo que actualmente soporta. Los pastos son trenza (<i>Paspalum notatum</i>), coquito (<i>Cyperus ferax</i>) y yaraguá (<i>Melinis minutiflora</i>). No se han aplicado fertilizantes ni enmiendas.
73	Pradera 5 años	Desmonte y quema. El primer año se cultivó yuca (<i>Manihot utilissima</i> Pohl), segundo y tercer año permaneció en rastrojo; luego se taló y quemó el rastrojo para implantar pasto puntero (<i>Hyparrhenia ruffa</i>), trenza (<i>Paspalum notatum</i>) y yaraguá (<i>Melinis minutiflora</i>). No se han efectuado aplicaciones de correctivos ni de fertilizantes.
74	Rastrojo 5 años	Desmonte y quema. El primer año se sembró yuca (<i>Manihot utilissima</i> Pohl) y los restantes ha permanecido en rastrojo.
75	Rastrojo 4 años	Desmonte y quema de los residuos. El primer año se cultivó yuca (<i>Manihot utilissima</i> Pohl) y los restantes ha permanecido en rastrojo, el cual está conformado por guarumo (<i>Cecropia</i> spp.) y natural.

TABLE 2.- Distribución de partículas por tamaño de los perfiles seleccionados

Perfil	Uso Actual Años de Uso	Profundidad (cm.)	Horizonte	Arenas %					Limos %			Arcillas %	Textura		
				2 - 1		0.25 - 0.1		0.1 - 0.05		0.05 - 0.02				0.02 - 0.002	
				m.m	m.m	m.m	m.m	m.m	m.m	m.m	m.m			m.m	m.m
SUELO PUERTO VIEJO															
60	Bosque Primario	00 - 05	Ah	0.1	0.6	4.8	29.9	24.8	60.2	11.7	4.6	16.3	23.5	F. Ar.A*	
		05 - 25	AB	0.8	1.3	0.7	0.3	0.8	3.9	4.5	9.0	13.5	82.6	Ar**	
		25 - 50	BA	0.7	1.0	0.5	0.3	0.4	2.2	2.9	11.6	14.5	83.3	Ar	
		50 - 93	Bsqchl	0.4	1.1	0.4	0.1	0.6	4.2	2.2	8.0	10.2	87.6	Ar	
		93 - 112	Bsqcn2	0.4	1.0	0.6	0.1	2.3	4.4	3.5	10.3	13.8	81.8	Ar	
112 - 130X	Cpn	0.6	1.4	1.9	1.7	5.3	10.9	5.4	11.1	16.5	72.6	Ar			
61	Bosque Secundario 5 años	00 - 06	Ap	0.4	0.7	1.3	0.2	4.9	7.5	2.8	10.2	13.0	79.5	Ar	
		06 - 27	BA	0.1	0.5	0.8	1.2	2.0	4.8	1.2	7.8	9.0	86.2	Ar	
		27 - 70	Bsql	0.4	0.6	0.7	1.8	0.8	4.3	1.0	7.0	8.0	87.7	Ar	
		70 - 90X	Bsqpn2	0.4	0.6	0.7	0.1	2.8	4.6	2.1	8.0	10.1	85.3	Ar	
62	Pradera 40 años	00 - 07	Ap	0.5	1.8	1.7	0.9	1.9	6.8	4.3	18.7	23.0	72.2	Ar	
		07 - 40	BA	0.4	1.0	0.9	0.8	0.8	4.1	4.4	12.3	16.7	79.2	Ar	
		40 - 80	Bsql	0.7	0.8	0.6	0.6	0.5	3.2	1.6	10.9	12.5	84.3	Ar	
		80 - 92	Bsqcn2	0.3	1.2	1.2	0.9	1.8	5.4	3.4	12.0	15.4	79.2	Ar	
		92 - 140X	Cpn	0.5	1.4	1.8	2.3	2.2	8.2	3.3	11.1	14.4	77.4	Ar	
63	Agricultura 5 años	00 - 04	Ap	1.4	2.4	2.4	2.5	1.4	10.1	2.2	10.8	13.0	76.9	Ar	
		04 - 22	BA	1.3	1.9	1.8	2.1	0.8	7.9	1.9	9.1	11.0	81.1	Ar	
		22 - 50	Bsql	1.0	1.1	1.6	1.6	1.4	6.1	2.3	8.5	10.8	83.1	Ar	
		50 - 80	BCpn	1.2	2.5	2.9	3.4	1.9	11.9	4.1	8.2	12.3	75.8	Ar	
		80 - 100X	Cpnm	2.4	4.6	3.5	2.5	3.0	16.0	3.0	11.0	14.0	70.0	Ar	
SUELO MIRAFLORES															
71	Bosque Primario	00 - 25	Ah	0.1	0.5	0.7	3.5	7.9	12.7	7.9	10.2	17.9	69.4	Ar	
		25 - 44	BA	0.1	0.2	0.5	2.7	8.4	11.9	7.3	8.7	16.0	72.1	Ar	
		44 - 115	Bsql	0.1	0.1	0.4	1.4	9.0	11.0	7.2	7.3	14.5	74.5	Ar	
		115 - 135X	Bsq2	0.2	0.3	0.4	3.1	6.8	10.8	5.0	11.7	16.7	72.5	Ar	
72	Pradera 12 años	00 - 14	Ap	0.2	0.3	0.9	2.3	8.9	12.6	10.3	15.5	25.8	61.6	Ar	
		14 - 30	BA	0.1	0.2	0.5	2.2	7.9	10.9	10.2	7.2	17.4	71.7	Ar	
		30 - 75	Bsql	0.1	0.2	0.5	3.1	6.7	10.6	7.5	0.5	8.0	81.4	Ar	
		75 - 150X	Bsq2	0.1	0.2	0.5	1.8	7.1	9.7	5.8	7.6	13.4	76.9	Ar	
73	Pradera 5 años	00 - 15	Ap	0.3	0.5	1.9	8.3	23.3	34.3	12.4	5.0	17.4	48.3	Ar	
		15 - 56	BA	0.1	0.2	1.4	8.2	24.8	34.7	13.1	1.2	14.3	51.0	Ar	
		56 - 72X	Bsql	0.2	0.2	1.3	9.4	23.4	34.5	10.8	7.1	17.9	47.6	Ar	
74	Rastrojo 5 años	00 - 22	Ap	0.2	0.4	2.0	11.7	16.2	30.5	5.4	18.3	51.2	Ar		
		22 - 55	BA	0.1	0.2	1.5	9.1	17.8	28.7	13.6	4.4	18.0	53.3	Ar	
		55 - 93X	Bsql	0.3	0.4	1.7	10.6	16.2	29.2	11.8	5.9	17.7	53.1	Ar	
75	Rastrojo 4 años	00 - 15	Ap	0.1	0.3	0.5	0.9	8.3	10.1	9.0	12.9	21.9	68.0	Ar	
		15 - 35	BA	0.1	0.3	0.3	1.6	6.2	8.5	10.3	4.6	14.9	76.6	Ar	
		35 - 95	Bsql	0.1	0.2	0.3	0.7	6.6	7.9	10.9	6.2	17.1	75.0	Ar	
95 - 130X	Bsq2	0.1	0.2	0.3	0.2	6.6	7.4	8.6	8.0	16.6	76.0	Ar			

* F.Ar.A : Franco arcillo arenoso
** Ar : Arcillosos

TABLA 3. Estabilidad estructural de los horizontes superficiales de los perfiles seleccionados

Perfil	Uso Actual Años de Uso	Profundidad (cm.)	Horizonte	Agregados			Media Geométrica m.m.	Degradación Estructural*	AF/AH	Fp/OJ
				< 0.5 m.m.	1-4 m.m.	4 - 6.3 m.m.				
SUELO FUERTO VIEJO										
60	Bosque Primario	00 - 05	Ah	8.2	49.5	30.7	1.6	muy baja	0.4	2.4
		05 - 25	AB	7.4	55.4	26.9	1.6	muy baja	0.7	4.6
61	Bosque Secundario 5 años	06 - 27	BA	8.0	53.6	26.3	1.6	muy baja	0.9	6.2
62	Pradera 40 años	00 - 07	Ap	10.1	55.7	21.8	1.4	baja	0.7	3.8
		07 - 40	BA	6.7	53.9	27.6	1.6	muy baja	0.8	3.8
63	Agricultura 5 años	04 - 22	BA	17.0	51.8	16.8	1.1	baja	1.1	4.5
SUELO MIRAFLORES										
71	Bosque Primario	00 - 25	Ah	22.9	43.9	15.3	0.9	mediana	0.9	5.5
		25 - 44	BA	38.3	50.9	4.8	0.6	mediana	0.9	5.5
72	Pradera 12 años	00 - 14	Ap	9.9	46.9	33.9	1.7	muy baja	0.6	4.8
		14 - 30	BA	32.1	38.0	12.5	0.8	mediana	0.3	4.8
73	Pradera 5 años	00 - 15	Ap	30.8	34.8	22.1	0.9	mediana	1.1	3.8
		15 - 56	BA	50.3	31.1	4.9	0.5	muy alta	0.8	4.4
74	Pastoreo 5 años	00 - 22	Ap	20.4	42.8	25.2	1.2	mediana	0.7	4.4
		22 - 55	BA	75.8	9.0	1.1	0.2	muy alta	0.9	4.8
75	Pastoreo 4 años	00 - 15	Ap	10.5	52.8	22.8	1.4	baja	0.8	4.9
		15 - 35	BA	13.4	47.5	25.2	1.4	baja	1.1	4.6

* Se ha tomado como criterio para la degradación estructural el porcentaje de agregados menores de 0.5 m.m. en diámetro de acuerdo a la siguiente escala:

Más del 50% de agregados menores de 0.5 mm: muy alta degradación
 De 40 hasta 50% de agregados menores de 0.5 mm: alta degradación
 De 20 hasta 40% de agregados menores de 0.5 mm: mediana degradación
 De 10 hasta 20% de agregados menores de 0.5 mm: baja degradación
 Menos del 10% de agregados menores de 0.5 mm: muy baja degradación

TABLA 4. Propiedades físicas de los perfiles seleccionados

Perfil	Uso actual	Años de uso	Profund. cm.	Horizonte	Textura			Clase Text.	Densidad		Porosidad Total %	Límites Atterberg		Retención humedad		Agua aprovechable			
					Arena %	Limo %	Arcilla %		Real	Aparante		Líquido P _w %	Plást. P _w	0.1 at 0.3 at 15 at P _w	P _w	0.1-15 (0.3-15) P _w	P _w		
SUELO PUERTO VIEJO																			
60	Bosque Primario		00-05	Ah	60.2	16.3	23.5	FAR [*]	2.9	1.6	44.8	71	42	29	18.6	13.6	6.2	12.4	
			05-25	AB	3.9	13.5	82.6	Ar*	3.1	1.5	51.6	77	46	31	50.8	45.6	23.6	27.2	22.0
			25-50	BA	2.2	14.5	83.3	Ar				86	41	45	52.0	44.8	32.2	19.8	12.6
			50-93	Bsqn1	2.2	10.2	87.6	Ar				86	48	38	50.8	43.0	32.4	18.4	10.6
61	Bosque Secundario	5 años	93-112	Bsqn2	4.4	13.8	81.8	Ar				89	48	41	54.8	46.7	32.1	22.7	14.6
			112-130X	Cpn	10.9	16.5	72.6	Ar				85	35	50	48.0	40.0	20.5	27.5	19.5
			00-06	Ap	7.5	13.0	79.6	Ar				72	45	27	59.6	53.2	33.1	26.5	20.1
			06-27	BA	4.8	9.0	86.5	Ar	2.7	1.5	44.9	72	42	30	52.8	48.7	32.9	19.9	13.9
62	Pradera	40 años	27-70	Bsq1	4.3	8.1	87.8	Ar				79	41	38	52.4	46.3	32.4	20.0	13.9
			70-90X	Bsqn	4.6	10.2	85.2	Ar				82	47	35	52.0	45.4	41.6	20.4	13.8
			00-07	Ap	6.8	2.3	72.2	Ar				87	56	31	50.7	46.3	31.5	19.2	14.8
			07-40	BA	4.1	16.7	79.2	Ar	2.9	1.5	48.3	82	44	38	43.8	40.5	29.5	14.3	11.0
63	Agricultura	5 años	40-80	Bsq1	3.2	12.5	84.3	Ar				81	45	36	46.6	41.6	24.1	22.5	17.5
			80-92	Bsqn2	5.4	15.4	79.2	Ar				76	41	35	47.8	39.8	15.5	32.3	24.3
			92-140X	Cpn	8.2	14.4	77.4	Ar				75	40	35	46.0	38.2	18.2	27.8	20.0
			00-04	Ap	10.1	13.0	76.9	Ar				76	41	35	50.5	45.7	22.7	27.8	23.0
71	Bosque Primario		04-22	BA	7.9	11.0	81.1	Ar	2.9	1.4	51.7	75	39	36	46.6	42.2	30.1	16.5	12.1
			22-50	Bsq1	6.1	10.8	83.1	Ar				74	41	33	47.8	42.2	29.9	17.9	12.3
			50-80	BCpn	11.9	12.3	75.8	Ar				77	35	42	45.3	38.4	28.1	17.2	10.3
			80-100X	Cpnm	16.0	14.0	70.0	Ar				71	32	39	42.8	36.6	25.2	17.6	11.4
SUELO MIRAFLORES																			
72	Pradera	12 años	00-14	Ap	12.6	25.8	61.6	Ar	2.5	1.2	52.0	59	41	18	39.5	26.2	15.7	23.8	10.5
			14-30	BA	10.9	17.4	71.7	Ar	2.7	1.1	59.2	53	33	20	30.6	24.0	16.0	14.6	8.0
			30-75	Bsq1	10.6	8.0	81.4	Ar				58	33	25	29.3	25.1	14.7	14.6	10.4
			75-150X	Bsq2	9.7	13.4	76.9	Ar				70	32	38	30.0	23.5	16.3	13.7	7.2
73	Pradera	5 años	00-15	Ap	34.3	17.4	48.3	Ar	2.6	1.4	46.1	40	30	10	20.4	15.1	9.0	11.4	6.1
			15-56	BA	34.7	14.3	51.0	Ar	2.8	1.1	60.7	38	29	9	20.1	14.0	10.4	9.7	3.6
			56-72X	Bsq1	34.5	17.9	47.6	Ar				43	25	18	19.2	14.5	10.1	9.1	4.4
			00-22	Ap	30.5	18.3	51.2	Ar	2.7	0.7	74.1	39	21	18	24.5	15.5	11.7	12.8	3.8
74	Rastrojo	5 años	22-55	BA	28.7	18.0	53.3	Ar	2.8	0.7	75.0	40	27	13	21.4	17.5	10.6	10.8	6.9
			55-93X	Bsq1	29.2	17.7	53.1	Ar				40	25	15	21.7	19.3	21.1	9.6	7.2
			00-15	Ap	10.1	21.9	68.0	Ar	3.3	1.2	63.6	53	38	15	43.3	38.3	24.9	18.4	13.4
			15-35	BA	8.5	14.9	76.6	Ar	2.9	1.2	58.6	52	38	14	37.8	33.8	24.2	13.6	9.6
75	Rastrojo	4 años	35-95	Bsq1	7.9	17.1	75.0	Ar				54	34	20	41.4	23.3	14.3	27.1	9.0
			95-130X	Bsq2	7.4	16.6	76.0	Ar				58	36	22	39.6	27.0	16.4	23.2	10.6

* FAR : Franco Arcillo Arenoso
 * Ar : Arcilloso
 *** P_w : Contenido de humedad expresado en porcentaje en base a suelo seco a 105°C

Tabla 5. Propiedades químicas de los perfiles seleccionados

Perfil	Uso actual Años del uso	Profund. cm	Horizonte	pH		Materia orgánica	CICA* meq/100 gr	CICP* meq/100 gr	Bases intercambiables		Bases Totales meq/100 gr suelo	S.B. (cice)	Aluminio meq/100g	Saturación Al	Fósforo p.p.m.			
				H ₂ O	KCl				Ca	Mg						K	Na	
SUELO PUERTO VIEJO																		
60	Bosque Primario	00 - 05	Ah	4.3	3.4	5.1	6.5	3.1	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	7.4	15.5	2.6	83.9	2.4
		05 - 25	AB	4.7	3.3	3.1	14.3	10.0	0.2	0.2	0.74	0.04	0.48	3.4	4.6	9.5	95.0	0.3
		25 - 50	BA	5.2	3.3	2.4	14.2	9.5	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	3.4	5.1	9.0	94.7	0.9
		50 - 93	Bsqcml	5.4	3.5	1.6	12.3	8.4	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	3.9	5.7	7.9	94.0	0.9
		93 - 112	Bsqcn2	5.4	3.5	1.1	8.4	8.7	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	5.7	5.5	6.2	94.3	0.3
		112 - 130X	Cpn	5.4	3.4	0.5	10.6	11.1	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	4.3	4.3	10.6	95.5	0.3
61	Bosque Secundario 5 años	00 - 06	Ap	4.2	3.0	6.6	16.5	9.1	0.6	0.8	0.2	0.1	1.7	10.3	18.7	7.4	81.3	0.6
		06 - 27	BA	4.4	3.1	2.8	13.6	8.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	4.4	7.1	7.8	92.9	0.3
		27 - 70	Bsq1	5.0	3.3	1.7	10.3	7.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	5.8	7.9	7.0	92.1	0.2
		70 - 90X	Bsqpn2	5.4	3.45	0.8	10.2	7.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	5.9	8.0	6.9	92.0	0.1
		00 - 07	Ap	4.4	3.2	5.6	17.9	8.8	0.4	0.5	0.3	0.2	1.8	10.1	20.5	7.0	79.5	4.6
		07 - 40	Bh	4.7	3.3	2.7	13.1	8.7	0.2	0.2	0.1	0.04	0.54	4.1	6.2	8.2	98.3	1.5
62	Pradera 40 años	40 - 80	Bsq1	4.7	3.3	1.3	12.0	9.9	0.2	0.2	0.1	0.1	0.60	5.0	6.1	9.3	93.9	1.5
		80 - 92	Bsqcn2	4.8	3.3	1.1	11.6	9.7	0.2	0.2	0.2	0.04	0.64	5.5	6.6	9.1	93.2	1.5
		92 - 140X	Cpn	5.0	3.4	0.7	11.3	9.3	0.4	0.4	0.2	0.04	1.04	9.2	11.2	8.3	89.2	0.9
		00 - 04	Ap	4.8	2.9	5.9	16.7	10.0	1.7	1.3	0.04	0.04	3.08	18.4	30.8	6.9	69.0	6.5
		04 - 22	BA	4.1	3.10	3.0	14.0	9.4	0.4	0.2	0.3	0.04	0.94	6.7	10.0	8.5	90.0	2.4
		22 - 50	Bsq1	4.8	3.1	1.8	17.8	9.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.70	3.9	7.4	8.7	92.6	0.5
63	Agricultura 5 años	50 - 80	UCpn	4.9	3.5	1.2	9.9	7.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.73	7.1	9.0	6.6	90.4	0.5
		80 - 100X	Cpnm	4.9	3.4	0.3	9.0	5.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.70	7.8	13.0	4.7	87.0	0.5
		00 - 25	Ah	4.4	3.2	4.1	14.8	4.4	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	3.2	10.9	3.9	88.6	0.9
		25 - 44	BA	4.7	3.4	2.6	10.5	3.0	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	4.6	16.0	2.5	83.6	0.9
		44 - 115	Bsq1	4.8	3.7	1.3	8.7	2.5	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	2.5	18.5	2.1	81.0	0.5
		115 - 150X	Bsq2	5.1	4.1	0.7	6.1	0.5	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	7.9	54.5	0.4	44.5	0.5
64	Pradera 12 años	00 - 14	Ap	4.4	3.4	7.5	22.7	5.0	0.8	0.8	0.1	0.04	1.74	7.7	30.0	4.1	70.7	2.4
		14 - 30	BA	4.7	3.6	3.0	13.6	3.6	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	3.5	13.3	3.1	86.5	0.9
		30 - 75	Bsq1	5.0	3.7	1.3	9.9	3.0	0.2	0.2	0.08	0.06	0.54	5.5	18.0	2.5	82.0	0.9
		75 - 150X	Bsq2	5.2	4.0	0.6	7.8	1.1	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	6.2	44.0	0.6	54.5	0.9
		00 - 15	Ap	4.7	3.3	4.0	12.3	3.5	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	2.9	13.3	3.1	86.5	2.0
		15 - 56	BA	5.2	3.7	1.9	7.8	2.3	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	6.2	20.9	1.8	78.5	0.9
65	Rastrojo 5 años	56 - 72X	Bsq1	5.4	3.8	1.1	5.7	1.9	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	8.4	25.6	1.4	73.7	0.4
		00 - 22	Ap	4.5	3.3	5.0	14.0	4.1	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	3.4	10.9	3.9	88.6	1.5
		22 - 55	BA	5.4	3.8	1.5	7.4	3.2	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	6.5	15.0	2.7	84.5	0.9
		55 - 93X	Bsq1	5.9	3.9	0.8	6.1	0.5	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	7.9	100.0	-	0.5	
		00 - 15	Ap	4.5	3.2	6.5	18.1	5.0	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	2.7	9.6	4.5	90.0	2.4
		15 - 35	Bh	4.7	3.3	2.9	11.8	3.8	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	4.1	12.6	3.3	86.8	0.9
66	Rastrojo 4 años	35 - 75	Bsq1	4.8	3.5	2.9	9.8	3.0	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	4.9	12.3	3.4	87.2	0.9
		75 - 130X	Bsq2	5.2	4.1	0.7	7.3	0.9	0.2	0.2	0.04	0.04	0.48	6.6	55.0	0.4	45.0	0.9

* CICA: Capacidad de cambio catiónico por acetato de amonio normal y pH 7
 * CICP: Capacidad de cambio catiónico por amonio de bases y aluminio intercambiable
 * S.B.: Saturación de bases

TABLA 6. Fraccionamiento del humus y presencia del hierro libre en los perfiles seleccionados

Perfil	Uso actual Años del uso	Profund. cm	Horizonte	Textura	Carbono total	Carbono extractable	Acidos fúlvicos	Acidos húmicos	Relación AF/AH	Fe ₂ O ₃
SUELO PUERTO VIEJO										
60	Bosque Primario	00 - 05	Ah	FARA	2.96	1.00	0.21	0.57	0.4	2.4
		05 - 25	AB	Ar	1.78	0.60	0.27	0.39	0.7	4.6
		25 - 50	BA	Ar	1.39	0.22	0.08	0.16	0.5	3.8
		50 - 93	Bsqcm1	Ar	0.91	0.16	0.06	0.10	0.6	5.4
		93 - 112	Bsqcm2	Ar	0.63	0.08	0.03	0.06	0.6	5.8
		112 - 130X	Cpn	Ar	0.29	0.03	0.01	0.01	0.6	5.1
61	Bosque Secundario 5 años	00 - 06	Ap	Ar	3.85	0.60	0.36	0.40	0.9	5.3
		06 - 27	BA	Ar	1.65	0.11	0.05	0.06	0.9	6.2
		27 - 70	Bsq1	Ar	0.96	0.16	0.10	0.11	0.9	5.8
		70 - 90X	Bsqcm2	Ar	0.48	0.23	0.17	0.19	0.9	5.5
62	Pradera	00 - 07	Ap	Ar	3.22	0.61	0.37	0.50	0.7	3.8
		07 - 40	BA	Ar	1.59	0.16	0.12	0.16	0.8	3.8
	40 años	40 - 80	Bsq1	Ar	0.77	0.15	0.07	0.09	0.7	3.4
		80 - 92	Bsqcm2	Ar	0.63	0.09	0.04	0.07	0.6	4.0
		92 - 140X	Cpn	Ar	0.42	0.05	0.01	0.02	0.5	4.5
63	Agricultura	00 - 04	Ap	Ar	3.41	0.48	0.26	0.27	0.9	4.8
		04 - 22	BA	Ar	1.74	0.33	0.21	0.18	1.1	4.5
	5 años	22 - 50	Bsq1	Ar	1.03	0.11	0.12	0.13	0.9	4.6
		50 - 80	Bcpn	Ar	0.69	0.16	0.06	0.05	1.1	4.9
		80 - 100X	Cpnm	Ar	0.20	0.02	0.01	0.01	1.0	4.8
71	Bosque Primario	00 - 25	Ah	Ar	2.40	0.46	0.32	0.35	0.9	5.5
		25 - 41	BA	Ar	1.52	0.29	0.16	0.18	0.9	5.5
		44 - 115	Bsq1	Ar	0.75	0.18	0.12	0.14	0.8	5.4
		115 - 135X	Bsq2	Ar	0.41	0.09	0.05	0.04	0.8	4.2
72	Pradera	00 - 14	Ap	Ar	4.33	0.58	0.38	0.59	0.6	4.8
		14 - 30	BA	Ar	1.72	0.33	0.20	0.25	0.3	4.8
	12 años	30 - 75	Bsq1	Ar	0.75	0.20	0.11	0.15	0.8	5.3
		75 - 150X	Bsq2	Ar	0.34	0.10	0.05	0.05	1.0	5.6
73	Pradera	00 - 15	Ap	Ar	2.33	0.37	0.28	0.26	1.1	3.8
		15 - 56	BA	Ar	1.01	0.17	0.12	0.14	0.8	4.4
	5 años	56 - 72X	Bsq1	Ar	0.61	0.12	0.08	0.09	0.8	3.4
74	Rastrojo	00 - 22	Ap	Ar	2.89	0.53	0.31	0.46	0.7	4.4
		22 - 55	BA	Ar	0.89	0.20	0.11	0.13	0.9	4.8
	5 años	55 - 95X	Bsq1	Ar	0.47	0.10	0.06	0.08	0.7	4.7
75	Rastrojo	00 - 15	Ap	Ar	3.99	0.62	0.48	0.58	0.8	4.9
		15 - 35	BA	Ar	1.70	0.36	0.24	0.22	1.1	4.6
	4 años	35 - 95	Bsq1	Ar	1.68	0.20	0.11	0.15	0.8	4.2
		95 - 130X	Bsq2	Ar	0.41	0.07	0.06	0.06	1.0	4.7

SUELO MIRAFLORES

Tabla 7. Composición mineralógica de la fracción arena comprendida entre 0.05 y 0.25 milímetros de los perfiles seleccionados

Perfil	Uso Actual Años de Uso	Profundidad (cm.)	Horizonte	Opacos*	Cuarzo	Circón	Turmalina	Epidota	Micasales transparentes	Rutilo	Feldespatos	Anfiboles	Piroxenos	Picólitos	Alterados		
SUELO FUERTO VIEJO																	
69	Bosque Primario	00 - 05	Ah	3	93	1	2	1						tr	3		
		05 - 25	AB	12	94										4	2	
		25 - 50	BA	14	92	1		tr**							5	tr	
		50 - 93	Bsqcn1	13	93	1	1	tr					tr		2	tr	
		93 - 112	Bsqcn2	15	95	1		tr							tr	2	
112 - 130X	Cpn	18	97	1			tr							tr	tr		
61	Bosque secundario 5 años	00 - 06	Ap	10	90	1	1	1						7	1		
		06 - 27	BA	9	90	1	1								5	3	
		27 - 70	Bsq1	5	92	1								tr	3	3	
		70 - 90X	Bsqpn	17	93	1	1						tr		1	2	
62	Pradera 40 años	00 - 07	Ap	4	96	1									3	tr	
		07 - 40	BA	7	95	1									3	tr	
		40 - 80	Bsq1	7	93	1	1								2	2	
		80 - 92	Bsqcn2	3	97	1									tr	tr	
		92 - 140X	Cpn	1	98	1									tr	tr	
63	Agricultura 5 años	00 - 04	Ap	5	93	1	1								3	1	
		04 - 22	BA	8	95	1	1								2	tr	
		22 - 56	Bsq1	6	96	1									tr	tr	
		56 - 80	BCpn2	10	96	1	1								tr	1	
		80 - 100X	Cpn	20	97	1	1								tr	1	
SUELO MINIFLORES																	
71	Bosque Primario	00 - 25	Ah	2	89	1	1							tr	2	3	
		25 - 44	BA	2	93	1	1								2	1	
		44 - 115	Bsq1	1	95	1	1								1	1	
		115 - 135X	Bsq2	2	96	1	1								tr	tr	
72	Pradera 11 años	00 - 14	Ap	8	94	1									3	2	
		14 - 30	BA	6	89	1	1								4	3	
		30 - 75	Bsq1	5	89	1	1								tr	tr	
		75 - 150X	Bsq2	3	92	1	1								tr	tr	
73	Pradera 5 años	00 - 15	Ap	3	94	1	1								tr	3	
		15 - 56	BA	4	95	1	1								tr	2	
		56 - 72X	Bsq1	3	96	1	1								tr	1	
74	Pastorío 5 años	00 - 22	Ap	4	94	1	1								tr	3	
		22 - 55	BA	3	96	1	1								tr	1	
		55 - 93X	Bsq1	3	93	1	1								tr	4	
75	Pastorío 4 años	00 - 15	Ap	4	91	1	1								4	3	
		15 - 35	BA	5	91	1	1								3	4	
		35 - 95	Bsq1	3	94	1	1								tr	3	
		95 - 130X	Bsq2	4	93	1	1								tr	3	

* Se cuantificaron en base a los primeros 100 gramos costados
tr = Tramas

Tabla 8. Composición mineralógica semicuantitativa de la fracción arcilla de los perfiles seleccionados

Perfil	Uso actual	Profund.	Horizonte	Cuarzo	Micas	Pirofilita	Minerales interstratificados	Caolinita	Vermiculita con hidroxialumina	Gibbites
--------	------------	----------	-----------	--------	-------	------------	---------------------------------	-----------	-----------------------------------	----------

SUMIO PUERTO VIEJO

60	Bosque Primario	00 - 05	Ah	1*	4*	2*	2*	4*	2*	1
		05 - 25	AB	1	4	2	2	4	2	1
		25 - 50	BA	1	4	2	2	4	2	1
		50 - 93	Bsgcn1	1	4	2	2	4	1	1
		93 - 112	Bsgcn2	1	4	2	2	4	1	1
		112 - 130X	Cpn	1	4	2	2	4	1	1

61	Bosque Secundario	00 - 06	Ap	1	4	2	2	4	2	1
		06 - 27	BA	1	4	2	2	4	2	1
		27 - 70	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1
		70 - 90X	Bsgpn2	1	4	2	2	4	2	1

62	Pradera	00 - 07	Ap	1	4	2	2	4	2	1
		07 - 40	BA	1	4	2	2	4	2	1
		40 - 80	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1
		80 - 92	Bsgcn2	1	4	2	2	4	2	1
		92 - 140X	Cpn	1	4	2	2	4	2	1

63	Agricultura	00 - 04	Ap	1	4	2	2	4	2	1
		04 - 22	BA	1	4	2	2	4	2	1
		22 - 50	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1
		50 - 80	Bcpn	1	4	2	2	4	2	1
		80 - 100X	Cpnm	1	4	2	2	4	2	1

SUMIO MIRAFLORES

71	Bosque Primario	00 - 25	Ah	1	4	2	2	4	2	1
		25 - 44	BA	1	4	2	2	4	2	1
		44 - 115	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1
		115 - 125X	Bsg2	1	4	2	2	4	2	1

72	Pradera	00 - 14	Ap	1	4	2	2	4	2	1
		14 - 30	BA	1	4	2	2	4	2	1
		30 - 75	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1
		75 - 150X	Bsg2	1	4	2	2	4	2	1

73	Pradera	00 - 15	Ap	1	4	2	2	4	2	1
		15 - 56	BA	1	4	2	2	4	2	1
		56 - 72X	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1

74	Pradera	00 - 22	Ap	1	4	2	2	4	2	1
		22 - 55	BA	1	4	2	2	4	2	1
		55 - 95X	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1

75	Pradera	00 - 15	Ap	1	4	2	2	4	2	1
		15 - 35	BA	1	4	2	2	4	2	1
		35 - 95	Bsg1	1	4	2	2	4	2	1
		95 - 130X	Bsg2	1	4	2	2	4	2	1

* Equivalencias
 1: Presente, entre el 5 y 15%
 2: Común, entre el 15 y 30%
 3: Abundante, entre el 30 y 50%
 4: Dominante, mayor del 50%
 cr: trazas

TABLA 9. Relación entre el uso y la taxonomía de los suelos seleccionados

Perfil	Uso Actual Años del desmonte	Horizontes Diagnósticos		Otras Características Diagnósticas	Taxonomía
		Superficiales (Epipedones)	Sub-superficiales (Endopedones)		
SUELO PUERTO VIEJO					
60	Bosque Primario	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico bien estructurado Plintita en más de un 5% en volumen a partir de los 90 cm.	Haplorthox Tropeptico Plintítico, arcilloso muy fino, caolínico, isohipertérmico.
61	Bosque Secundario 5 años	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico bien estructurado Plintita en más de un 5% en volumen a partir de los 90 cm.	Haplorthox Tropeptico Plintítico, arcilloso muy fino, caolínico, isohipertérmico.
62	Pradera 40 años	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico bien estructurado Plintita en más de un 5% en volumen a partir de los 60 cm.	Haplorthox Tropeptico Plintítico, arcilloso muy fino, caolínico, isohipertérmico.
63	Agricultura 5 años	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico bien estructurado Plintita en más de un 5% en volumen a partir de los 75 cm.	Haplorthox Tropeptico Plintítico, arcilloso muy fino, caolínico, isohipertérmico.
SUELO MIRAFLORES					
71	Bosque Primario	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico se extiende por debajo de los primeros 125 cm. del perfil.	Haplorthox Típico, arcilloso muy fino, caolínico, isohipertérmico.
72	Pradera 12 años	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico se extiende por debajo de los primeros 125 cm. del perfil.	Haplorthox Típico, arcilloso muy fino, caolínico, isohipertérmico.
73	Pradera 5 años	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico se extiende por debajo de los primeros 125 cm. del perfil.	Haplorthox Típico, arcilloso muy fino, caolínico, isohipertérmico.
74	Rastrojo 5 años	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico se extiende por debajo de los primeros 125 cm. del perfil. Menos del 60% de arcilla pero más del 35%.	Haplorthox Típico, arcilloso fino, caolínico, isohipertérmico.
75	Rastrojo 4 años	Ocrico	Oxico	Horizonte Oxico se extiende por debajo de los primeros 125 cm. del perfil. Menos del 60% de arcilla pero más del 35%.	Haplorthox Típico, arcilloso fino, caolínico, isohipertérmico.

A N E X O 2

Descripción de los perfiles Seleccionados

PERFIL 60

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Lugar: Puerto Viejo (Vaupés)

Localización: A 1.500 m. al N.E. de Puerto Viejo

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad de drenaje alta e incisión moderada (S15)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendiente: más o menos 2% en el sitio de la descripción, 2-7% en los alrededores.

Material parental: arcillas (sedimentos terciarios)

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: medio

Drenaje interno: medio

Drenaje natural: moderadamente bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque muy húmedo Tropical

Vegetación: Hylea Amazónica

Uso actual: bosque primario

Observaciones: la temperatura del suelo a 40 cm de profundidad es de 24°C; a partir de 90 cm de profundidad se encuentra plintita en un volumen mayor del 30% que se incrementa con la profundidad, pero no forma una fase continua. Se encuentra una capa superficial de 6 cm de espesor de materia orgánica en diferentes etapas de alteración.

Profundidad

cm

- 00 - 05 Pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo, comunes manchas pardo
 Ah₁ grisáceas muy oscuras (10YR3/2), medianas, claras; franco ar
 cilloso; bloques subangulares que parten a granular, finos ,
 débiles a moderados; friable, plástico, pegajoso; muchos poros
 finos y muy finos; presencia de gravilla y nódulos ferrugino-
 sos; actividad microbial que se manifiesta por pedotúbulos y
 pedocavidades rellenas de un material pardo negrusco granular
 fino; abundantes raíces finas y muy finas; pH de 4.3; límite
 claro irregular.
- 05 - 25 Pardo amarillento (10YR5/8) en húmedo; arcilloso; bloques su
 AB banguulares, finos y medios, moderados; friable, plástico, pe
 gajoso; muchos poros finos y muy finos; aproximadamente 10% de
 nódulos ferruginosos; regular actividad microbial; muchas raf
 ces finas y muy finas; pocas gruesas; pH de 4.7; límite difu
 so, ondulado.
- 25 - 50 Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; arcilloso; bloques subangu
 BA lares, finos a medios, moderados; friable, plástico, pegajoso;
 muchos poros finos y muy finos, frecuentes medios, pocos grue
 sos; aproximadamente 30% de nódulos ferruginosos; regular ac
 tividad microbial; abundantes raíces finas y muy finas, comu
 nes gruesas; pH de 5.2; límite difuso, ondulado.
- 50 - 93 Pardo amarillento (5YR5/8) en húmedo; arcilloso; bloques suban
 Bsqcn1

gulares, finos y medios, moderados; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos y muy finos, pocos medios; 35% de nódulos ferruginosos; escasas raíces finas y medias; pH de 5.5 ; límite claro, irregular.

93 - 112 Rojo amarillento (5YR4/6) en húmedo, comunes manchas pardo amarillentas (10YR5/6), medianas, claras; arcilloso; bloques subangulares, finos y medios, moderados; friable, plástico, pegajoso, frecuentes poros finos, pocos medios; 30% de nódulos ferruginosos; escasas raíces finas; pH de 5.4; límite difuso, ondulado.

112 - 130 K Rojo oscuro (10YR3/6) en 30%, 30% de pardo fuerte (7.5YR5/8), 40% de rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo; arcilloso; masivo; friable, plástico, pegajoso; nódulos ferruginosos; pH de 5.4.

PERFIL 61

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Lugar: Puerto Viejo

Localización: a 200 m del perfil 63 en dirección Oeste

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad
alta de drenaje e incisión moderada (S15)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendiente: 1-3%

Material parental: arcillas (sedimentos terciarios)

Profundidad efectiva: moderada

Límitante profundidad: contacto paralitoide

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: rápido

Drenaje interno: lento

Drenaje natural: moderadamente bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque húmedo Tropical

Vegetación: secundaria, la primaria fue talada

Uso actual: rastrojo

Observaciones: temperatura del suelo a 50 cm de profundidad 24°C. A los
60 cm de profundidad se encuentra una coraza intermitente;
a partir de los 70 cm se encuentran nódulos de hierro y can-
tos de cuarzo. Se presenta una capa superficial de alrededor
de 6 cm de espesor compuesta por una mezcla de materia orgá-
nica, cenizas provenientes de la quema y material mineral .

Hay una delgada capa, alrededor de 5 cm de residuos orgánicos en diferentes etapas de alteración.

Profundidad

cm

- 00 - -06 Rojo amarillento (5YR5/6) en húmedo; muchas manchas pardo a pardo oscuras (10YR4/3), gruesas, claras; franco arcilloso ; masivo; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos, pocos medios; abundante actividad microbial que se manifiesta en pedocavidades y pedotúbulos rellenos de un material granular muy fino de color pardo negrusco; abundantes raíces finas y medias, pocas gruesas; pH de 4.2; límite gradual, ondulado.
- 06 - 27 Rojo amarillento (5YR4/6) en húmedo; franco arcilloso a arcilloso; bloques subangulares finos, medios y gruesos, moderados; friable, plástico, pegajoso, muchos poros finos; abundante actividad microbial que se manifiesta como en el anterior horizonte; comunes raíces finas y muy finas; pH de 4.4; límite difuso, ondulado.
- 27 - 70 Rojo amarillento (5YR4/6) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares finos a medios moderados; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos, 10% de nódulos ferruginosos; presencia en la base de una coraza intermitente; abundante actividad microbial; abundantes raíces finas y muy finas, pocas gruesas; pH de 5.0.
- 70 - 90 X Rojo amarillento (5YR5/6) en húmedo, comunes manchas pardo ama

Esqpn rillentas (10YR5/8), medias, claras y abundantes rojo oscuras (10R3/6), gruesas prominentes; arcilloso; bloques subangulares finos a medios, moderados; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos; incluye una coraza intermitente; escasas raíces finas; pH de 5.0.

PERFIL 62

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Lugar: Puerto Viejo (Vaupés)

Localización: 100 m al N.W. de Puerto Viejo

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad
de drenaje alto e incisión moderada (S15)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendiente: 1 al 2%

Material parental: arcillas (sedimentos terciarios)

Profundidad efectiva: profunda

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: medio

Drenaje interno: medio

Drenaje natural: moderadamente bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque húmedo Tropical

Vegetación: pastos, la primaria fue talada

Uso actual: pradera, mezcla de pastos trencilla, coquito y puntero

Observaciones: temperatura del suelo a 40 cm de profundidad 26°C. Presenta
abundante actividad microbial hasta los 90 cm de profundidad.
Se presenta plintita en más de un 30% en volumen a partir de
los 90 cm de profundidad, pero no forma una fase continua.

Profundidad

cm

00 - 07 Pardo oliva (2.5Y4/2) en húmedo, abundantes manchas rojo ama

- rillentas (5YR5/8); arcilloso; bloques subangulares que parten a gránulos, finos débiles; friable, ligeramente plástico, ligeramente pegajoso; muchos poros finos; abundante actividad macrobial que se manifiesta en madrigueras, pedotubul^{os} y pedocavidades; 10% de nódulos ferruginosos; abundantes macroorganismos; abundantes raíces finas; pH de 4.5; límite claro, ondulado.
- 07 - 40 Rojo amarillento (5YR4/6) en húmedo, abundantes manchas pardo
BA oliva claro (2.5Y5/8); arcilloso; bloques subangulares medios y finos, moderados; friable, plástico, pegajoso, muchos poros finos y muy finos, pocos medios; alta actividad macrobial; 10% de nódulos ferruginosos; abundantes raíces finas y muy finas; pH de 4.7; límite difuso, ondulado.
- 40 - 80 Rojo amarillento (5YR5/6) en húmedo, abundantes manchas pardo
Bsq1 oliva claro (2.5Y5/4); arcilloso; bloques angulares, medios y finos, moderados; friable, pegajoso, plástico, muchos poros finos y muy finos, pocos medios; 15% de nódulos ferruginosos; regular actividad macrobial; escasas raíces finas y muy finas; pH de 4.7; límite difuso, ondulado.
- 80 - 92 Pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo, 50% de manchas rojo os
Bsqcn2 curo (10R3/6); arcilloso; bloques subangulares, finos y medios débiles; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos y muy finos, frecuentes medios; 20% de nódulos ferruginosos; regular actividad macrobial; escasas raíces finas; pH de 4.8; límite

abrupto irregular.

92 - 140 X Pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo, 30% de manchas rojo o
Cpn curo (10R3/6); arcilloso; masivo; friable, plástico, pegajoso;
20% de nódulos ferruginosos; pH de 5.0.

PERFIL 63

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Lugar: Puerto Viejo

Localización: a 1.500 m de Puerto Viejo en dirección S.W.

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad de drenaje alta e incisión moderada (S15)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendiente: 1-3%

Material parental: arcillas (sedimentos terciarios)

Profundidad efectiva: superficial

Limitante de profundidad: presencia de una costra a 54 cm de profundidad

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: medio

Drenaje interno: lento

Drenaje natural: moderadamente bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque húmedo Tropical

Vegetación: cultivos; la primaria fue talada

Uso actual: chagra dedicada al cultivo de banano, yuca, ñame y pastos gor
dura y trencilla

Observaciones: temperatura del suelo a 40 cm de profundidad, 27°C. Se pre
sentan dos horizontes con fragmentos de costras ferruginosas;
el primero aparece a 54 cm con un espesor que varía entre 5 y
10 cm, el segundo aparece a 80 cm con un espesor que varía en
tre 15 y 20 cm.

Profundidad

cm

- 00 - 04
Ap No fue posible determinar el color debido a que este horizonte presenta una mezcla heterogénea de restos vegetales parcialmente descompuestos, material mineral y residuos de cenizas provenientes de la quema; arcilloso; masivo; muy duro, firme, plástico, pegajoso; regular actividad microbial; abundantes raíces muy finas, pocas gruesas; pH de 4.8; límite abrupto, suave.
- 04 - 22
BA Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares, medios, débiles; friable, plástico pegajoso; muchos poros finos y muy finos, frecuentes medios; presencia de fragmentos de carbón y nódulos ferruginosos; abundantes raíces finas y muy finas; regular actividad microbial; pH de 4.1; límite claro, irregular.
- 22 - 50
Bsq Rojo amarillento (5YR4.5/6) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares finos y medios, débiles; friable a firme, plástico, pegajoso; muchos poros finos; una coraza de más o menos 10 cm de espesor sirve de base a este horizonte; comunes raíces finas y medias, pocas gruesas; presencia de nódulos ferruginosos; pH de 4.8.
- 50 - 80
BCpn Color de la matriz rojo amarillento (5YR5/6) en húmedo; arcilloso; más de 60% de saprolita; firme, plástico, pegajoso; plintita endurecida reversible; se incluye una coraza de más

o menos 10 cm de espesor de color rojo oscuro (10R3/6); nódulos ferruginosos; pH de 4.9.

80 - 100 X Color de la matriz rojo amarillento (5YR5/6) en húmedo; arci
Cpnm lloso; masivo; incluye una coraza de más o menos 15 cm de es
pesor de color rojo (10R4/8) y plintita endurecida irreversiu
blemente que ocupa un 40% en volumen; pH de 4.9.

PERFIL 71

- Describió : Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez
 Lugar : Miraflores (Vaupés)
 Localización : 1 km de la cabecera norte de la pista del aeropuerto en di-
 rección N.E.
 Posición fisiográfica : superficie de denudación sobredondeada con densidad
 de drenaje media e incisión moderada (S12)
 Relieve : ligeramente ondulado
 Pendiente : 1-3%
 Material parental : arcilla (sedimentos terciarios)
 Profundidad efectiva : muy profunda
 Nivel freático : muy profundo
 Drenaje externo : medio
 Drenaje interno : medio
 Drenaje natural : moderadamente bien drenado
 Erosión : laminar, ligera
 Formación ecológica : bosque húmedo Tropical
 Vegetación : Hylea Amazónica
 Uso actual : bosque primario
 Observaciones : temperatura del suelo a 50 cm de profundidad 24°C, capa or-
 gánica en incipiente estado de descomposición con un grosor apro-
 ximado de 5 cm.
- Profundidad
 cm
- 00 - 25 Pardo fuerte (7.5YR5/6) y pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en húmedo
 Ah franco arcilloso; bloques subangulares medios y finos , -

- moderados; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos y muy finos, frecuentes medios; abundante actividad microbial; presencia de pedotúbulos y pedocavidades rellenas de un material granular fino pardo oscuro; abundantes raicillas finas y muy finas, comunes medias; pH de 4.4; límite claro, ondulado.
- 25 - 44 BA Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares, finos y medios, débiles; friable, plástico, pegajoso; frecuentes poros finos y muy finos, pocos medios; regular actividad microbial; frecuentes pedotúbulos y cavidades; abundantes raicillas finas y muy finas, comunes medias, pocas gruesas; pH de 4.7; límite gradual, suave.
- 44 - 115 Bsq1 Rojo amarillento (5YR5/6) en húmedo; arcilloso; bloques angulares y subangulares, finos a medios, moderados a débiles; friable, plástico, pegajoso; frecuentes poros finos y muy finos, pocos medios; regular actividad microbial; presencia de pedotúbulos y pedocavidades; frecuentes raicillas finas y medias; pH de 4.8; límite gradual, ondulado.
- 115 - 135 K Bsq2 Rojo (2.5YR5/8) en húmedo; arcilloso; bloques angulares y subangulares, medios y finos, moderados a débiles; friable, ligeramente plástico, ligeramente pegajoso; muchos poros finos, frecuentes medios; regular actividad microbial; escasas raicillas; pH de 5.1.

PERFIL 72

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Localización: a 1 km al extremo norte de la pista de aterrizaje de Miraflores

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad de drenaje media e incisión moderada (S12)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendiente: 1-3%

Material parental: arcillas

Profundidad efectiva: muy profundo

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: medio

Drenaje interno: medio

Drenaje natural: moderadamente bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque húmedo Tropical

Vegetación: Pastos, la primaria fue talada

Uso actual: pradera en asocio con arbustos bajos diseminados

Observación: temperatura del suelo a 50 cm de profundidad 25°C

Profundidad

cm

00 - 14 Pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo; franco arcilloso; bloques subangulares finos, débiles; friable, ligeramente plástico, ligeramente pegajoso; abundantes poros finos; abundante actividad microbial; abundantes raíces finas y muy fi

- nas, comunes medias; pH de 4.4; límite claro e irregular .
- 14 - 30 Pardo fuerte (7.5YR5/7) en húmedo; franco arcilloso; bloques an
BA gulares, finos y medios, moderados; friable, ligeramente plás-
tico, ligeramente pegajoso; muchos poros finos y muy finos ;
abundante actividad microbial; presencia de pedotúbulos y pe-
docavidades rellenas de un material granular fino de color os
curo; abundantes raíces finas y muy finas; pH de 4.7; límite -
gradual, ondulado.
- 30 - 75 cm. Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; arcilloso; bloques subangu-
lares finos y muy finos, débiles; friable, ligeramente plásti-
co, ligeramente pegajoso; muchos poros finos, frecuentes, grue-
sos; regular actividad microbial; presencia de pedocavidades -
rellenas de un material granular, fino, oscuro; abundantes raí-
ces finas y muy finas; pH de 5.0; límite gradual, ondulado.
- 75 - 150X Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo; franco arcilloso; bloques
Bsq2 subangulares medios, moderados; friable, ligeramente plástico,
ligeramente pegajoso; muchos poros finos, pocos medios; esca-
sa actividad microbial; escasas raíces finas y muy finas; pH
de 5.2

PERFIL 73

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Localización: hacienda Plutarco al S.E. de Miraflores

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad de drenaje media e incisión moderada (S12)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendientes: 1-3%

Material parental: arcillas (sedimentos terciarios)

Profundidad efectiva: muy profundo

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: medio

Drenaje interno: medio

Drenaje natural: bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque húmedo Tropical

Vegetación: pastos, la primaria fue talada

Uso actual: pradera

Observaciones: temperatura del suelo a 50 cm de profundidad 24°C. Este perfil se describió cerca al límite con la terraza aluvial.

Profundidad

cm

00 - 15 Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo, abundantes manchas pardo
 Ap amarillento oscuro (10YR4/4); franco arcilloso; bloques subangulares, medios, moderados; friable a firme, ligeramente plástico, ligeramente pegajoso; muchos poros finos y muy finos ;

abundante actividad microbial; presencia de pedotúbulos y pedocavidades; abundantes raíces finas y muy finas; pH de 4.4; límite claro, ondulado.

15 - 56 Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; franco arcilloso; bloques
BA subangulares finos a medios, moderados; friable; plástico, pegajoso; muchos poros finos y muy finos; abundante actividad microbial; presencia de crotovinas, pedotúbulos y pedocavidades; abundantes raíces finas y muy finas; pH de 4.7; límite gradual, irregular.

56 - 72 X Rojo amarillento (5YR5/6) en húmedo; franco arcilloso; bloques
Esq subangulares finos a medios, débiles; friable, plástico, pegajoso; frecuentes poros finos; regular actividad microbial; escasas raíces finas y muy finas.

PERFIL 74

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Localización: 100 metros al N del perfil 73

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad de drenaje media e incisión moderada (S12)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendiente: 1-3%

Material parental: arcillas

Profundidad efectiva: muy profundo

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: medio

Drenaje interno: medio

Drenaje natural: bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque húmedo Tropical

Vegetación: secundaria, la primaria fue talada

Uso actual: rastrojo

Observaciones: temperatura del suelo a 50 cm de profundidad 24°C. Se presenta una capa superficial de 5 cm de espesor conformada por materiales vegetales en diferentes estados de alteración.

Profundidad

cm

00 - 22 Pardo fuerte (7.5YR5/6) combinado en un 20% con un pardo oscuro (7.5YR4/4); franco arcilloso; bloques angulares finos y me

dios, moderados; friable, ligeramente plástico, ligeramente pegajoso; muchos poros finos y muy finos, frecuentes medios; abundante actividad microbial; presencia de pedotúbulos y pedocavidades; abundantes raíces finas y muy finas, comunes medias; límite claro, ondulado.

- 22 - 55 Rojo amarillento (5YR5/8) y un 15% de pardo a pardo oscuro
BA (7.5YR4/4) en húmedo; franco arcilloso a arcilloso; bloques subangulares medios a finos, moderados; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos, frecuentes medios; abundante actividad microbial, presencia de pedotúbulos y pedocavidades; abundantes raíces finas, frecuentes medias; límite gradual, irregular.
- 55 - 93 K Rojo amarillento (5YR5/68) en húmedo franco arcillos; bloques
Bsq angulares medios a finos moderados; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos, frecuentes medios; regular actividad microbial; escasas raíces finas y muy finas.

PERFIL 75

Describió: Carlos Pulido, Julio Morelo y Hugo Rodríguez

Localización: 500 metros al W del perfil 71

Posición fisiográfica: superficie de denudación subredondeada con densidad de drenaje medio e incisión moderada (S12)

Relieve: ligeramente ondulado

Pendiente: 1-3%

Material parental: arcillas (sedimentos terciarios)

Profundidad efectiva: muy profundo

Nivel freático: muy profundo

Drenaje externo: medio

Drenaje interno: medio

Drenaje natural: moderadamente bien drenado

Erosión: laminar, ligera

Formación ecológica: bosque húmedo Tropical

Vegetación: secundaria, la primaria fue talada

Uso actual: rastrojo

Observaciones: temperatura del suelo a 50 cm de profundidad 24°C. Se presenta un horizonte superficial de 15 cm de espesor formado por materia orgánica en diferentes etapas de alteración.

Profundidad

cm

00 - 15 Pardo a pardo oscuro (10YR4/3) en húmedo; franco arcilloso ;
 Ap bloques subangulares, medios, moderados; friable, ligeramente plástico y ligeramente pegajoso; muchos poros finos y muy fi

nos, frecuentes medios; abundante actividad microbial; presencia de pedotúbulos y pedocavidades; abundantes raíces finas y muy finas, comunes medias, pocas gruesas; pH de 4.3; límite claro y ondulado.

- 15 - 35 BA Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; arcilloso; bloques angulares, medios, moderados; friable, ligeramente plástico y ligeramente pegajoso; muchos poros finos y muy finos; frecuentes medios; abundante actividad microbial; presencia de pedotúbulos y pedocavidades rellenos de un material granular fino de color pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); abundantes raíces finas y muy finas, comunes medias; pH de 4.8; límite claro, ondulado.
- 35 - 95 c Bsq1 Pardo fuerte (7.5YR5/6) en húmedo; bloques subangulares finos y medios, débiles; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos y muy finos; escasos pedotúbulos; pocas raíces finas y muy finas; pH de 4.8; límite claro, ondulado.
- 95 - 130 X Bsq2 Rojo amarillento (5YR5/8) en húmedo; arcilloso; bloques subangulares finos y medios, débiles; friable, plástico, pegajoso; muchos poros finos y muy finos; escasa actividad microbial; presencia de pedotúbulos; pocas raíces finas; pH de 5.2.

A N E X O 3

Mapa geomorfológico del área piloto Miraflores

VER MAPAS EN EL
DOCUMENTO
ORIGINAL