

IV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo
Maturín, 22 - 27 de Agosto de 1976.

ESTUDIO PEDO-GEOMORFOLOGICO SOBRE LAS FORMACIONES
GRANITICAS DE LA REGION DE PUERTO AYACUCHO
TERRITORIO FEDERAL AMAZONAS, VENEZUELA

Philippe Blancaneaux *

Colaboración :

Michel Pouyllau **

Simón Hernández ***

José Araujo ***

* Pedólogo ORSTOM - París y MOP - DGRH. División de Edafología

** Geomorfólogo MOP - DGRH. División de Edafología

*** Ingenieros Agrónomos MOP - DGRH. División de Edafología

19 OCT. 1976

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

n° B-8318 P. do.

RESUMEN

La región de Puerto Ayacucho presenta suelos específicos, desarrollados dentro de una pedogénesis de tipo "ferralítico". Los factores de la pedogénesis están determinados por un clima contrastante en relación a las precipitaciones, una asociación de paisajes geomorfológicos de pie de monte, planicies y valles pertenecientes a las penillanuras de las márgenes occidentales del Macizo Guayanés, y una vegetación climax modificada por las influencias paleoclimáticas y por el hombre.

Los suelos han sufrido una evolución ferralítica determinada por las condiciones geomorfológicas locales. La alternancia durante el cuaternario de períodos climáticos secos y húmedos, ha dejado su marca en ellos. Así se presentan procesos de "Retomado", de "Rejuvenecimiento", de "Empobrecimiento" y de "Lixiviación".

Estos factores son fundamentales en la clasificación de los suelos de la zona.

Será presentada la distribución general de los suelos, según una crono-lito-toposecuencia y en conclusión formuladas algunas recomendaciones generales para el desarrollo de esos suelos ferralíticos.

INTRODUCCION

El trabajo presentado aquí es parte del Estudio Pedológico de Puerto Ayacucho, en realización. Cubre una superficie de 380.000 ha. aproximadamente, desde Puerto Páez, al norte, hasta San Pedro, al sur; tiene como finalidad hacer el inventario del recurso "Suelo" de la zona.

I. MEDIO AMBIENTE NATURAL Y LOS FACTORES DE LA PEDOGENESIS.

1. Generalidades

Fisiográficamente la zona de estudio es transicional entre los llanos que se extienden al Oeste y al Norte y el sistema montañoso del Macizo Central Guayanés, del cual forma parte la serranía del Parguaza, al este. Esto origina un relieve de transición entre la cadena de montañas de dirección general Norte-Sur y de aproximadamente 120 km. de ancho y 250 km de longitud, constituyendo el batolito que presenta al menos cuatro niveles de peneplanación con cotas respectivas de 1.800, 800, 400 y 0 m. (Szczurban, 1974), al este, y al oeste las zonas más bajas donde son frecuentes los Inselbergs y las formas dómicas graníticas. En estrecha relación con esos Macizos aparece regularmente un nivel fuertemente concrecionado, característico de una antigua superficie aplanada cuyo socavamiento por los ejes de drenaje ha determinado un mo

delado en "media naranja", el cual a pesar de que es menos neto del que hemos visto en la Trans-amazónica, (Amazonia Brasileña), es suficientemente visible en la zona; esta superficie se observa particularmente en las zonas donde su posición topográfica impidió la evacuación de los productos del desmantelamiento de la coraza. (Encajamiento entre los macizos graníticos del Cerro San Borja, por ejemplo).

El drenaje de la zona siempre se hace hacia el río Orinoco, y su dirección general es NE a O.

2. Factores de la Pedogénesis

2.1. Clima :

El clima es de tipo A (Koeppen), es decir tropical, caracterizado por una temperatura del mes más frío superior a 18°C. En la región dos variedades de ese clima pueden ser distinguidas :

Am : Clima tropical monzónico, con una corta estación seca.

Aw : Clima de sabana con una estación seca marcada desde Diciembre hasta Marzo.

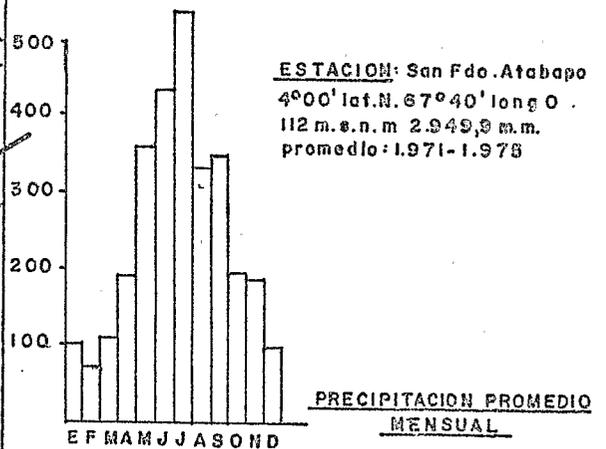
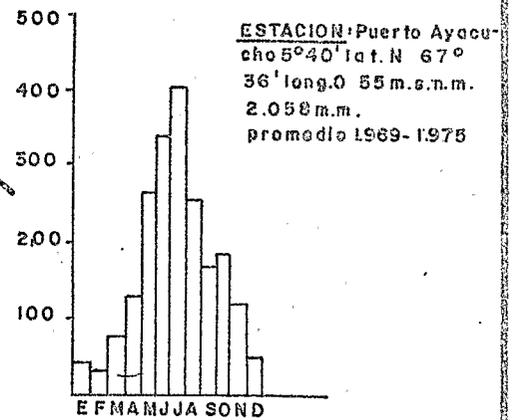
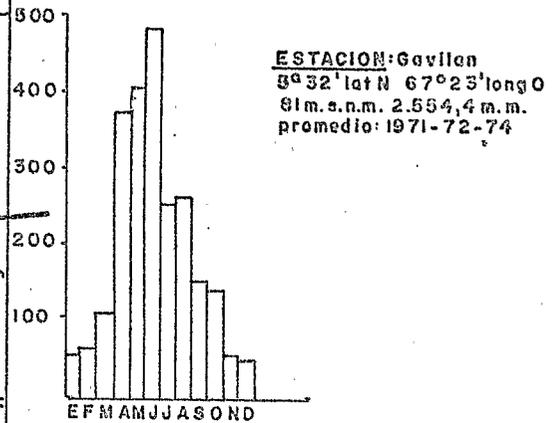
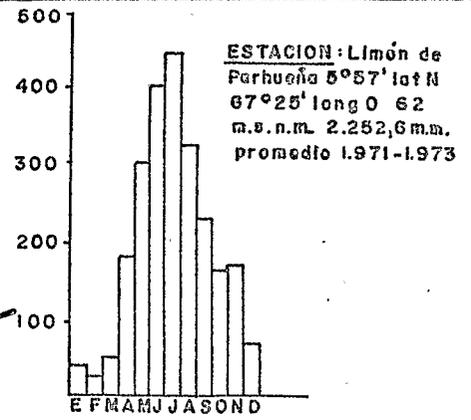
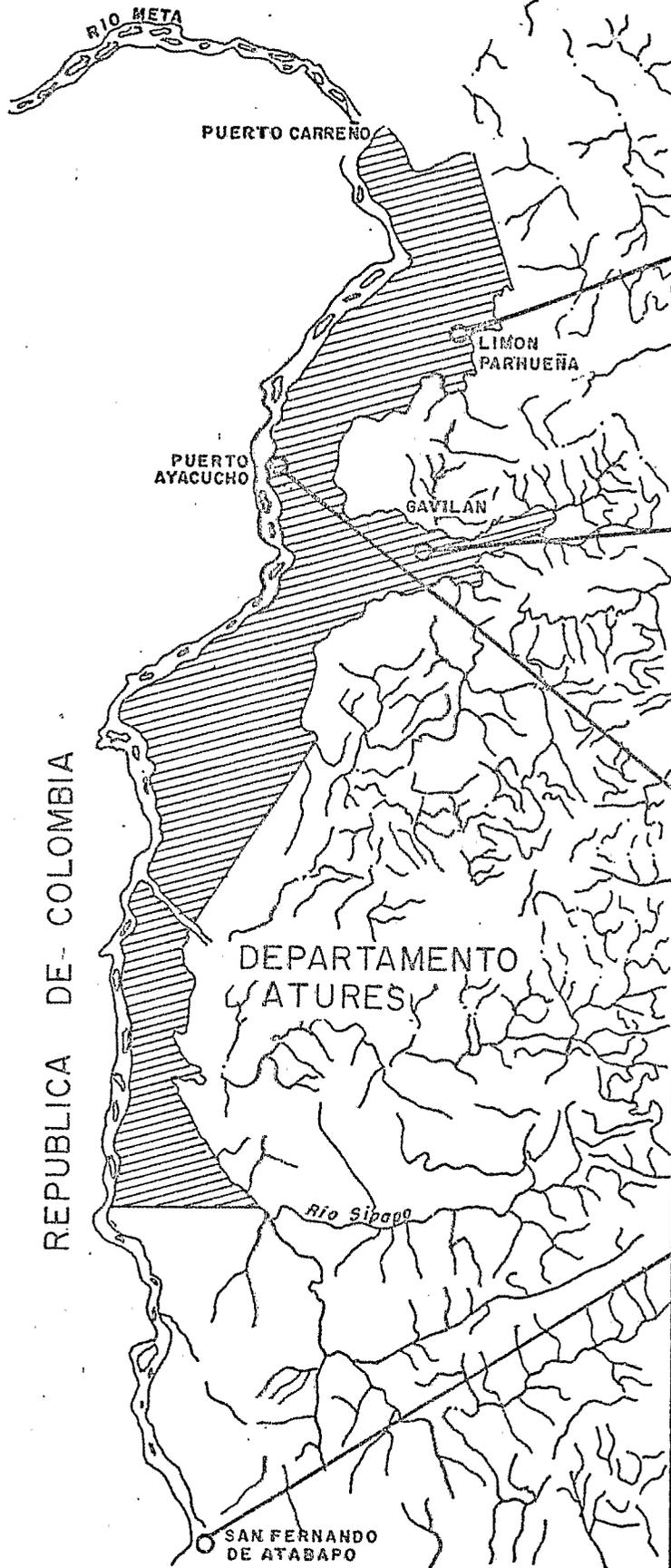
2.1.1 Precipitación :

Se observa un aumento progresivo desde el Norte hacia el Sur (Fig. N° 1).

2.1.2 Evaporación y Balance Hídrico.

Los requerimientos de agua, de N. a S., disminuyen a medida

REPUBLICA DE COLOMBIA



FUENTE: Ministerio de Obras Públicas
 Dirección General de Recursos Hidráulicos
 Dirección de Información Básica
 División de Hidrología

que aumenta la precipitación y disminuye la evaporación en el mismo sentido N-S.

2.1.3 Temperatura :

Es el factor de la pedogénesis más constante dentro del clima, (Puerto Ayacucho, período 1971-1975 : máxima 32,6 °C, mínima 23,2 °C).

2.2. Geología:

En la región de Puerto Ayacucho - Samariapo aflora la unidad litológica del granito Parguaza, (Szczurban, 1974).

El granito Parguaza forma parte de la provincia estructural del Cuchivero, (Talukdar y Colvee, 1979). Este es un batolito de 280 km. por 150 km. en el territorio venezolano, que se prolonga hacia Colombia en la región de Puerto Ayacucho, (Raudales de Atures); se caracteriza por el desarrollo de la estructura Rappakivi, constituida por grandes ovoides de feldespatos potásicos, generalmente rodeadas de plagioclasas sódicas. (El término Rappakivi, de origen Finlandés, significa piedra que se desagrega). Hay otros tipos de granito con grano fino, manchado, no diferenciado, pero en menor cantidad. Esos materiales pueden estar atravezados en algunos sitios por filones de pegmatita y venas de cuarzo. El batolito pertenece al fenómeno orogénico más re-

ciente del Macizo Guayanés. Su edad es aproximadamente de 1.500 millones \pm 100 millones de años.

2.3. Morfología :

2.3.1 Formas pseudocársicas * (En relación con la geomorfología).

Estas formas fueron observadas en toda la zona desde Puerto Ayacucho hasta San Pedro sobre los afloramientos precámbricos de granito Rapakivi, siendo las primeras observaciones las de Urbani y Szczerban, 1975.

En la zona las formas pseudocársicas más típicas son acanaladuras (canales de erosión), muy parecidas a los lapiez de los terrenos calcáreos. Estos canales tienen disposición radial alrededor de los Inselbergs y profundidad que puede ser de 1,5 m. o más.

En los flancos de los domos existen, generalmente, cuevas circulares en forma de "tina" cuyo diámetro puede alcanzar 5 ó 6 m.

Estas formas de erosión se originan fundamentalmente de los siguientes factores:

2.3.1.1 Alteración Física.

- Corrosión : Erosión mecánica por lluvias torrenciales.

(*) Para definición de los fenómenos pseudocársicos hay que referirse a los trabajos de Anelli 1963-1972; Monroe 1970; Geze 1973; Halliday - 1960.

- Desintegración termoclástica: Variación de temperatura.
- Exfoliación.

2.3.1.2 Alteración Química.

- Meteorización de los minerales: Los feldespatos perfiticos y las plagioclasas se alteran y conducen a la formación de arcillas. La alteración diferencial entre los cristales y la matriz, debido a la diferencia de granulometría, hace que la roca alterada muestre los fenocristales y los ovoides (microclina perfitica), en relieve.
- Disolución: El sodio y el potasio pasan a la solución. La disolución de la sílice alcanza valores muy altos.

2.3.1.3 Procesos Bioquímicos.

- En la mayoría de las cuevas del granito crecen Bromeliáceas y varias formas de vida que oscurecen la superficie del mismo, y que liberan ácidos orgánicos (pH de las aguas: 4,1), sumándose al efecto físico de destrucción por las raíces.

2.3.2 Morfología general.

Todo el borde del batolito de granito ha evolucionado geomorfológicamente y geoquímicamente para formar Inselbergs.

La existencia en el relieve de macizos aislados es el testimonio de que toda la región ha sufrido una erosión muy fuerte y que un importante espesor de terreno ha sido acarreado. Los Inselbergs y las cúpulas de granito desnudo son islotes de resistencia a la erosión y al proceso de modelamiento geoquímico del paisaje que ha sufrido el Macizo Guayanés a través de su larga historia.

Los bordes de la Amazonia venezolana, constituidas por las recaras occidentales del Macizo Guayanés, son portadores de las huellas de varios niveles de peneplanación.

La existencia del retomado de formaciones superficiales y de depósitos característicos sobre las vertientes (bloques de carapazas, concreciones de Fe, stone line, etc) son testimonio de variaciones climáticas muy importantes durante el cuaternario. Los recientes trabajos de Journaux, 1975, muestran las variaciones climáticas en la Amazonia Brasileña; antes del Holoceno la zona selvática se extendía más al norte que en la actualidad, mientras que al sur las sabanas dominaban. Durante los últimos 13.000 años la selva ha reconquistado la parte meridional, mientras que

las sabanas se extendían al norte. Las observaciones de Journaux, se extendieron hasta Sta. Elena, (frontera sur de Venezuela con Brasil).

Uno de los puntos de observación más interesante para distinguir las diferentes formas de relieve y que permite interpretar el curso de su evolución, se encuentra en el Caño San Borja. En el estudio geomorfológico de la región Puerto Páez - El Burro a 1:100.000. (Pouyllau, M.; Blancaneaux, Ph. 1976) tres niveles de peneplanación han podido ser reconocidos:

1. Nivel de 600 m., correspondiente a la serranía de Carichana.
2. Nivel de 280 - 300 m., correspondiente a los diferentes macizos graníticos dominando el glacis que los rodea: Cerro San Borja, cerro La Vaca, cerro Danubio, etc.
3. Nivel de 50 m., podría corresponder al nivel reconocido por Pouyllau, 1975, a 40 m. en la región de Caicara; ese nivel se presenta en la forma de planicie - llanura aluvial, posteriormente modelado en una sucesión de colinas en medianja por encajonamiento de las vaguadas debido al descenso del nivel hidrostático.

2.3.2.1 Las diferentes etapas en la evolución del modelado en la región de Puerto Ayacucho.

El modelado del paisaje actual puede ser esquemáticamente reconstruido en función de lo que se conoce de la evolución geoquímica de los paisajes. (Principalmente, trabajos de Millot, Bocquier, Delvigne, Paquet, Maignien, Boulet en Africa), y de las variaciones climáticas en la Amazonia y regiones vecinas. (Tricart, Journaux).

a) Primera Etapa:

Dió origen a una coraza más o menos continua. El acorazamiento ferruginoso se efectúa en un paisaje tropical húmedo con estaciones secas más cortas que las lluviosas. La redistribución del hierro, según trabajos de Maignien, ocurre lateral y verticalmente en el perfil. En la toposecuencia, el medio aval fija las arcillas caoliníticas (producto común de la alteración de los silicatos en esos climas), que al disminuir la porosidad provocan la acumulación del hierro. Cada depósito crea un obstáculo para la materia que le sigue. Así vuelve a subir el límite del depósito en el paisaje pedológico. El paisaje para esta época se encontraba protegido por una coraza más compacta en la parte más baja que en la parte alta. Varios niveles de coraza pueden aparecer en el mismo.

b) Segunda Etapa:

Interviene un clima relativamente más seco. (Precipitación inferior a 1.000 mm. anuales).

Los trabajos de Bocquier en el Tchad y de Boulet en el Alto Volta, muestran la redistribución de los elementos a lo largo de la toposecuencia entre los Inselbergs graníticos y los glacís.

En la vertiente hay dos medios geoquímicos y el límite es fluctuante. En resumen, hay lixiviación en la parte superior (el agua es suministrada por el escurrimiento sobre el Inselberg); la arcilla que se forma en esta parte es la caolinita. Hay acumulación en la parte inferior, la arcilla que se forma aquí es montmorillonita. El límite entre los medios se desplaza hacia arriba a medida que evoluciona.

La migración de materia hacia la parte inferior provoca el ascenso de las acumulaciones hacia la parte superior; aquí se presenta la "invasión ascendente de la montmorillonita".

La zona de empalme es una especie de laboratorio químico que socaba el pie de las Inselbergs, endereza las vertientes, produce los glacís y provoca un modelado geoquímico de los paisajes por redistribu-

ción de materia al interior de las formaciones superficiales.

c) Tercera Etapa:

De nuevo el clima se hace más húmedo y se origina un modelado más o menos ondulado debido, en parte, a la infiltración de agua en zonas privilegiadas y por otra parte, a la destrucción de la coraza y al arrastre en los bordes de material cada vez más fraccionnado.

d) Cuarta Etapa :

Se produce durante un período muy seco; este período muy árido dió origen a los médanos de Apure (Llanos), muy observables entre Puerto Ayacucho y San Fernando de Apure. Corresponde al final de la última glaciación del Cuaternario (Fin del Wurm). Su datación sería, aproximadamente, de 10.000 años. Varios autores (Dansgaard, Labeyrie, Lalou, Nguyen, Tricart, Sieffermann), señalan en América Latina climas más secos durante el Wurm entre - 70.000 y -10.000 años A.C.

Recientemente en los suelos aluviales de los ríos Parucito y Alto Manapiare, Sieffermann, encontró arcilla montmorillonítica en asociación con caolinita y

metahalloysitas. Las condiciones de precipitación actual, del orden de 3.000 mm. anuales y la presencia de rocas volcánicas ácidas (Rhyodacitas), no explican, según el autor, la formación de la montmorillonita. Esta última se había formado en un pasado reciente en condiciones climáticas más secas.

Debido a la influencia de este clima desértico, hay una desaparición casi completa de la vegetación, el suelo queda sometido a la erosión eólica y a medida que desaparece la vegetación los Inselbergs pierden los suelos esqueléticos que los cubrían. En los glaciés removidos, los suelos se adelgazan. El paisaje general es el de grandes campos desérticos salpicados de Inselbergs " muertos y aislados".

e) Quinta Etapa:

El nuevo modelado se efectúa en un clima más húmedo (clima actual del T.F.A.). Se produce el hundimiento de la red hidrográfica, el retomado superficial de los productos concrecionados, su fraccionamiento y su repartición granulométrica. El paisaje toma el aspecto de un peneplano ondulado con un relieve en media naranja, característico de estas zonas concrecionadas.

El paisaje que observamos hoy es el resultado de la influencia de esos mecanismos que han actuado durante milenios de años.

2.3.2.2 La vegetación actual y su desarrollo según las influencias paleoclimáticas y antrópicas.

Tricart, J. 1974, mediante estudio de mosaicos radar del proyecto RADAM en los alrededores de Ovidos (Brasil), y reconocimiento en los Llanos de Venezuela, ha mostrado como en la regresión Flandriana, la aparición de un clima seco con alternancia de estaciones lluviosas de fuerte intensidad, había provocado la disección del terreno bajo una cobertura vegetal frágil; durante la transgresión Flandriana, la instalación de un clima más húmedo había favorecido el establecimiento de la gran selva.

Las observaciones de Jourmaux, 1975, confirman esta hipótesis. Eden, 1974, en un estudio realizado en las sabanas de Sta. Bárbara y La Esmeralda, (60 km. al SE del límite sur de nuestro estudio), sugiere que los "islotos" de sabanas del S.E. de Venezuela son vestigios de sabanas mucho más grandes que habían existido en condiciones pasadas más secas. Nuestras

observaciones entre Puerto Páez y San Pedro corroboran las de los investigadores anteriormente citados. En efecto, de Norte a Sur de la región las precipitaciones crecen regularmente, pasando de 2.252,6 mm (El Limón de Parhueña), a 2.559,4 mm. (El Gavilán), hasta 2.949,9 mm. en San Fernando de Atabapo (período 1971-75); la sabana, largamente dominante en la parte norte, es reemplazada poco a poco por la selva densa y el límite selva-sabana se sitúa en los alrededores de la isoyeta 2.500 mm. un poco al norte de la desembocadura del río Sipapo. Al sur del río Sipapo los islotes de sabana encontrados (Región de San Pedro), presentan señales de reforestación general y solamente se han mantenido en algunos casos particulares, donde las condiciones de drenaje, principalmente, han impedido a la selva reinstalarse. En la parte norte entre Puerto Páez - Samariapo, otro factor ha venido a jugar en favor del mantenimiento de las sabanas: La actividad antrópica; las sabanas se mantienen y crecen de una manera general por la tala y las quemaduras repetidas, a las cuales son sometidas durante las estaciones secas. Estas zonas con modelado plano son cada vez más, objeto de pastizales extensivos y la que-

ma de las mismas se efectúan porque solamente los brotes de la saeta (*Trachypogon* spp), son comidas por el ganado. Pero la quema aumenta el empobrecimiento de los suelos cuyo potencial de fertilidad es naturalmente bajo, aumenta la lixiviación de las bases, la pérdida de la estructura superficial del suelo ya que está sometida directamente a los factores de la erosión (erosión laminar). La acción antrópica en los alrededores del centro urbano de Puerto Ayacucho es determinante en la evolución de la vegetación. A partir de Mirabal, al sur, la selva dominante se conserva por una presión antrópica menos fuerte; en esta zona de transición la vegetación está en equilibrio precario y el camino de su evolución puede ser fácilmente orientado. Al sur del río Sipapo, entre el Orinoco y el Sipapo son, en primer lugar, las condiciones del drenaje ligadas a las quemas durante la estación seca, las que condicionan el mantenimiento de las sabanas situadas sobre un material arenoso blanquecino extremadamente empobrecido (Aquic Quartzipsamment).

En resumen, a pesar de que es general la tendencia a la reforestación debido al incremento de las lluvias de

norte a sur, las condiciones locales (drenaje y acción antrópica), permiten, y esto es tanto más notable cuanto más bajamos hacia el sur, (las presiones antrópicas disminuyen y la precipitación crece), el mantenimiento de islotes de sabanas antiguamente más extendidas, vestigios de condiciones climáticas anteriormente subdesérticas.

II. LOS SUELOS

1. Procesos de Evolución Ferralítica del Territorio Federal Amazonas.

Los diferentes tipos climáticos que han sucedido en el pasado han permitido el desarrollo del proceso de ferralitización en el Macizo Guayanés. Los suelos ferralíticos observados se caracterizan por :

- a) Una alteración completa de los minerales primarios (feldespatos, micas, anfíboles y piroxenos), abundancia de cuarzo residual, eliminación de una gran parte de la sílice y de la mayoría de las bases alcalinas y alcalino - terreas.
- b) La abundancia de los siguientes productos de síntesis:
 - 1) Hidróxidos y óxidos de hierro (Hematita, Goetita).
 - 2) Hidróxidos y óxidos de aluminio (Gibsite).
 - 3) Silicatos de alúmina 1:1 de la familia de la caolinita.

c) Un perfil caracterizado por tres horizontes: A. B. C ó A, (B), C; donde:

A: Horizonte humífero con M.O. bien desarrollada y ligada al soporte mineral.

B: Horizonte relativamente espeso, caracterizado por la presencia de minerales secundarios y donde los minerales primarios, a diferencia del cuarzo, son escasos.

C: Horizonte de espesor variable; presencia de fragmentos de granito alterado.

La abundancia de la lluvia y el clima húmedo actual caracterizan físico-químicamente esos suelos de la manera siguiente:

- 1) Una capacidad de intercambio catiónico muy débil (1 me/100 grs), debido a los constituyentes caolinínicos y a los sesquióxidos presentes.
- 2) Un pH de ácido a muy ácido (4 a 5).
- 3) Un grado de saturación variable pero débil, sobre todo en el horizonte B, alrededor del 10%.

Esta ferralitización ha empezado en un paleoclima comparable al clima actual y la alternancia de períodos tropicales húmedos y secos han permitido el desarrollo de corazas ferruginosas. Hoy el proceso de ferral

litización continúa actuando. La duración de estación seca se traduce en fenómenos de endurecimiento: manchas rojas (concreciones) y fragmentos de rocas alteradas del horizonte de alteración (pseudonconcreciones). La relación $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ es generalmente inferior a 2.

La desaturación del complejo de saturación absorbente en el horizonte B, permite clasificar los suelos ferralíticos de la región en la subclase de los suelos fuertemente desaturados en B (Aubert, G. y Segalen, P). Esa subclase se caracteriza por el conjunto de tres valores:

1. S: (Suma de bases intercambiables), inferior a 1 me.
2. B: (Grado de saturación), inferior a 20%.
3. pH inferior a 5,5.

Desde el punto de vista químico son suelos muy pobres, donde sólo el horizonte superior húmico tiene una débil fertilidad potencial.

2. Influencia de las Condiciones Locales.

El modelado topográfico particular resultado de los diferentes ciclos de erosión que se han sucedido sobre el material granítico, ha sido y es condicionado por procesos particulares que son primordiales en la evolución de los suelos.

A. Proceso de "Retomado".

Una de las características más remarcadas observadas en el borde

granítico occidental del Macizo Guayanés, es la presencia de un horizonte rico en elementos gruesos de dimensiones heterogéneas constituidas por fracciones de corazas o carapazas, de concreciones ferruginosas y de granzón de cuarzo más o menos ferruginizadas. Este fenómeno se observa en la mayoría de los suelos ferralíticos desarrollados en las "tierras altas" del macizo de las Guayanas. (Blancaneaux. 1974).

Por definición, un horizonte "retomado", es un horizonte pedológico donde la organización resulta parcialmente del movimiento mecánico de los materiales, ya sean internos o superficiales, y que tengan por factor fenómenos tales como gravedad, escurrimiento, variaciones de humedad del suelo y, de manera general, de sus propiedades físicas.

B. Proceso de "Rejuvenecimiento".

Está ligado al continuado de la erosión por la acción de un clima muy agresivo en una topografía muy accidentada. Hay decapado progresivo por la evacuación de los materiales a medida de su constitución. El "rejuvenecimiento" va casi siempre acompañado del "retomado", en la zona.

C. Proceso de "Empobrecimiento".

El "empobrecimiento" caracteriza los suelos ferralíticos cuyo material original rico en elementos cuarzosos les confiere una tex-

tura gruesa favoreciendo la emigración de la fracción coloidal fina de los horizontes superiores. Estos suelos se encuentran abundantemente en los depósitos arenosos, que constituyen las grandes sabanas de manteco, al norte de Puerto Ayacucho.

III. PRINCIPALES TIPOS DE SUELOS FERRALITICOS OBSERVADOS.

Los suelos ferralíticos del borde occidental del Macizo Guayanés se distribuyen de E. a O., según una crono-lito-toposecuencia característica. Hay una relación estrecha entre la geomorfocronología de la zona y la sucesión de suelos observados. Un transecto: Cerro San Borja - Orinoco, muestra esquemáticamente la asociación material - suelo - vegetación. A medida que se aleja del Cerro San Borja, dominio de afloramientos rocosos, se pasa sucesivamente a "sols minéraux bruts d'erosión" (Lithic usthorcents); luego a "sols ferralitiques remanies indures" (Typic Haplorthox); a medida que disminuye el material concrecionado pasamos a una formación más arenosa, dominio de suelos ferralíticos "Appauvris modaux" (empobrecido), Ultic haplorthox de la 7a. Aprox. Luego llegamos a un material extremadamente empobrecido, cuarcítico, (Quartzipsammentic haplorthox); finalmente llegamos a los Aquic quartzipsamment. La pendiente es débil, alrededor de 1%.

IV. CONCLUSIONES. APTITUDES AGRICOLAS Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL DESARROLLO DE LOS SUELOS FERRALITICOS DE LA REGION DE PUERTO AYACUCHO.

El interés que podrían presentar desde el punto de vista agrícola, algunos suelos ferralíticos desarrollados sobre granitos y formaciones graníticas del borde occidental del Macizo Guayanés, sería ante todo, función de sus propiedades físicas que de sus cualidades químicas uniformemente mediocres.

En efecto, desde el punto de vista químico esos suelos presentan algunas características comunes :

- a) Un complejo de intercambio poco importante, condicionado por la presencia de arcillas tipo caoliníficas con una débil capacidad de intercambio, la cual es función esencialmente de la presencia de M.O. en el suelo.
- b) Un pH ácido a muy ácido correlario a la lixiviación de bases intercambiables.
- c) Una desaturación muy fuerte del complejo de intercambio. (Extrema pobreza en bases : Ca, Mg, Na. K.)
- d) La naturaleza de la roca madre (granito), constituye el factor esencial que imprime a esos suelos sus características texturales propias.

Cualquiera que sea la técnica agrícola usada, debe estar orientada hacia:

- a) Preservar el stock de M.O. del suelo formado por la selva, ya que representa el soporte esencial de la capacidad de intercambio y constituye la casi totalidad de la fertilidad química de esos suelos.

En caso de desmonte, evitar destruir la capa de M.O. lo cual sucede muy frecuentemente cuando los desmontes son conducidos con maquinaria pesada. El pase de la pala del Bulldozer debe ser lo más superficial posible.

- b) Reducir los fenómenos de degradación de la estructura por efectos "splash" o por escurrimiento superficial. (Coberturas verdes: Kudzu, por ejemplo).
- c) Fertilizar. Todos estos suelos necesitan fertilizantes; deben ser de una solubilidad lenta (Castillo, J.B. 1974). La utilización de abonos verdes en rotaciones cortas es deseable.

Para mejorar las condiciones químicas de esos suelos uno de los primeros fertilizantes a suministrar será la cal dolomita en forma gruesa, para evitar la solubilización rápida y su lavado; 2 ton/ha/año pueden ser utilizadas para elevar el pH hasta valores de alrededor de 6. (Suelos de Gavilan).

Además de calcio y magnesio es necesario la aplicación de abonos nitrogenados del tipo de la Úrea, de fósforo (escorias de Thomas), de azufre, potasio (granulados), elementos menores. Las cantidades a aplicar se-

rán variables con los tipos texturales de los suelos ferralíticos y los cultivos considerados. Fórmulas del tipo 1:1:1. dan buenos resultados cuando son aplicados en cantidades variables entre 500 - 1.000 kg/ha. dependiendo del cultivo. Para forrajes es recomendable abonos del tipo 1:1,5:1.

En todos los casos, la fertilización debe hacerse en forma fraccionada durante el ciclo de desarrollo de las plantas, de forma de limitar al máximo las pérdidas por lixiviación.

BIBLIOGRAFIA

1. AERO SERVICE CORPORATION (1971). "Side-Looking Airbone Radar (SLAR) Survey". CODESUR f-5. Aero Service Corp. Div. of Litton Industries, - Philadelphia. 238 p.
2. AUBERT, G. SEGALIN, P. (1968). Classification des sols Ferrallitiques. ORSTOM. Paris, 18 p. multigr.
3. ANELLI, F. (1963). "Fenomeni Carsici, Paracarsici et Pseudocarsici". *Gio. Geol. Bologna*, 2 (31) : 11 - 25.
4. BLANCANEAUX, Ph. (1974). Essai sur le Milieu Naturel de la Guyane Francaise. ORSTOM, Paris. En cours de publication.
5. BLANCANEAUX, Ph. (1974). Notice Explicative N° 54. Carte pedologique Saint-Jean NE a 1/50.000. Guyane Francaise. Paris. ORSTOM.
6. BLANCANEAUX, Ph. (1975). Caracteristiques Physico-chimiques des Sols Ferrallitiques du Bouclier Guyanais, leur relation avec les eaux de Drainage et de ruissellement. 25 p. Roneo., pl. ORSTOM. Cayenne. P 138.
7. BLANCANEAUX, Ph., SOUBIES, F. (1975). Observations Geologiques et Pedologiques de la Route Santarem-Cachimbo (bretelle de la transamazonienne - Bresil). A paraitre.
8. BOCQUIER, G. (1973). Genese et evolution de Deux Toposequences de Sols Tropicaux du Tchad. Interpretation Biogeodynamique. Mem. ORSTOM 62, 350 p.
9. BOULET, R. (1974). Toposequences de Sols Tropicaux en Haute-Volta : Equilibres Dynamiques et Bioclimats - These Sci., Strasbourg, 330p. multigr.
10. CASTILLO, J.B. (1974). Los Suelos de Parupa y Kanavayen, Gran Sabana. Características y algunos problemas de uso y manejo. Soc. Venez. de la Ciencia del Suelo. III Congreso. Mérida, 1-4 de Dic. 16 p.
11. CONCEICAO, T.M.L.; MONIZ, A.C.; OLIVEIRA, J.J.; SIEFFERMANN, G. (1974). Les Sols a Montmorillonite sur Gneiss de la Zone Tropicale Humide de l'etat de Bahia. Signification Paleoclimatique. Cah. ORSTOM, ser. Pedol., Vol. XII, N° 2. 1974. 137-143.

12. DANSGAARD, W.; JOHNSEN, S.J.; MOLLER, J.; LANGWAY, Jr. C.C. (1969). One Thousand Centuries of Climatic Record From Camp Century on the Greenland ice Sheet. *Science*. Vol. 166. p 377-383.
13. DELVIGNE, J. (1965). *Pedogenese en Zone Tropicale. La formation des minéraux en milieu ferrallitique*. Dunod 177 p.
14. DUPLESSY, J.C.; LABEYRIE, J.; LALOU, C.; NGUYEN, H.V. (1970). Continental Climatic Variations Between 130.000 and 90.000 Years BP. *Nature*, Vol. 226, N° 5246. pp. 631-633.
15. EDEN, M.J. (1974). Paleoclimatic Influences and the Development of Savanna in Southern Venezuela. *Journal of Biogeography* 1974, 1, 95-109.
16. FAURE, H.; ELOUARD, P. (1967). Schema des Variations du Niveau de l'océan Atlantique Sur la Cote Ouest de l'Afrique depuis 40.000 ans. *CR. Ac. Sc.*, Paris, 265 pp 784-787.
17. GEZE, B. (1973). "Lexique des Termes Français de Speleologie Physique et de Karstologie". *ann. speleol.*, 28 (1) : 20.
18. GRAUL, H. (1960). Der Verlauf des Glazialeustatischen Meeresspiegelanstieges Berechnet an hand von C14 Datierungen. *Dtsch Geogr.* Berlin 1959. pp 228-242.
19. HALLIDAY, W.R. (1960). Pseudokarst in the United States. *Nat. Speleol. Soc. Bull.* 22 : 109-113.
20. JOURNAUX, A. (1975). *Recherches Geomorphologiques en Amazonie Brésilienne* Centre National de la Recherche Scientifique. Centre de Géomorph. de Caen. *Bull. sem.* N° 20. 65 p.
21. KOEPPEN, W. (1948). "Climatología". Fondo de Cultura Económico. México, 1948. Traducción de la 2a. Edición de *Handb. der Klimakunde*, publicada en 1931.
22. LALOU, C.; DUPLESSY, J.C.; NGUYEN, H.V. (1971). Données Géochimiques actuelles sur les Niveaux des Mers et de la Paleoclimatologie de l'interglaciaire Riss-Wurm. *Revue de Geogr. phys et de geol. dynam.*(2). Vol. XIII. Fasc. 5. pp. 447-462. Paris.
23. LENEUF, N. (1959). L'alteration des Granites Calcoalcalins et des Granodiorites en Cote d'ivoire forestiere et les sols qui en sont derives. *These en Sci.* Paris. ORSTOM. 210 p.

24. LEVEQUE, A. (1975). Pedogenese Sur le Socle Granitogneissique du Togo. Dif
ferenciation des Sols et Remaniements Superficiels. These CNRS. N° A.O.
11485. Paris, ORSTOM.
25. MAIGNIEN, R. (1958). Le cuirassement des Sols en Guinee, Afrique Occidentale. Mem. Serv. Carte Geol. Als. Lor. 16. 239 p.
26. MILLOT, G.; BOCQUIER, G.; PAQUET, H. (1976). Geochimie et Paysages
Tropicaux. La Recherche. N° 65. Mars 1976. Vol. 17. pp 236-244.
27. MONROE, W.H. (1970). A glossary of Karst Terminology. U.S. Geol. Survey. Water supply paper 1.999 -k. 26 p.
28. PAQUET, H. (1969). Evolution Geochimique des Mineraux Argileux dans les
alterations et les Sols des Climats Mediterraneens et Tropicaux a saisons
contrastees. These Sci. nat. Strasbourg. 348 p. Multigr.
29. POUYLLAU, M. (1976). Etude Geomorphologique de la Region de Caicara de
l'Orenoque - Venezuela - carte au 1:100.000 (a paraître). MOP - CODE
SUR - DGRH. Caracas, Venezuela.
30. POUYLLAU, M.; BLANCANEUX, Ph. (1976). Inventario Geomorfológico de
algunas áreas de las Cuencas del Ventuari y Orinoco medio. Regiones de
Caicara de Orinoco, San Juan de Manapiare y Puerto Ayacucho, Territo
rio Federal Amazonas y Estado Bolívar. IV Congreso de la Ciencia del Sue
lo. Maturín. Agosto de 1976. 12 p. 7 fig.
31. SEGALEN, P. (1964). Le fer dans les sols. Publ. ORSTOM. N° 4. 150 p.
32. SEGALEN, P. (1969). Le Remaniement des Sols et la Mise en Place de la "sto
ne-line" en Afrique. Cah ORSTOM. Ser. Pedol. VII. 1. pp. 113-127.
33. SIEFFERMANN, G. (Voir CONCEICAO).
34. SZCZERBAN, E. (1974). Geología y Petrología del área de Puerto Ayacucho,
Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Unidad de Geol. Caracas. MOP-
CODESUR.
35. SZCZERBAN, E. y URBANI, F. (1974). Carsos de Venezuela. Parte 4: Formas
Carsicas en areniscas Precámbricas del Territorio Federal Amazonas y
Estado Bolívar. Bol. Soc. Venezolana Espel. 5 (1) : 27-54.
36. TALUKDAR, S.C.; COLVEE, P. y GRANATI, A. (1973). Precambrian Geological
evolution of Territorio Federal Amazonas, Venezuela. A workable
structural and petrological framework. II Congr. Latinoamericano Geologia.

37. TALUKDAR, S.C. y COLVEE, P. (1974). Geologia y Estratigraphia del Area Meseta del Viejo Cerro Danto, Territorio Federal Amazonas. Venezuela. inf. G.R. 74-1. Unidad de Geol. CODESUR - MOP. 63 p.
38. TRICART, J. (1974). Existence de Períodes Seches au Quaternaire en Amazonie et dans les Regions Voisines. Revue de Geom. Dynam. XXIII annee. N° 4. pp. 145-158.
39. URBANI, F. y SZCZERBAN, E. (1975). Espeleología Física. Formas Pseudo cársicas en Granito Rapakavi precámbrico. Territorio Federal Amazonas. Bol. Coc. Venezolana Espel. 6 (12). 57-70.
40. YANEZ, G. (1973). Geotecnología para la Carretera San Juan de Manapiare. II Congreso Latinoamericano. Preimpreso, 17 p.
41. ZINCK, A. (1976). Descripción del Ambiente Geomorfológico con fines de Levantamiento de Suelos. Venezuela. (a publicar, comunicación del autor).