

## ALGUNAS PROPIETARIAS FISICAS, QUIMICAS Y MINERALOGICAS DE MATERIALES SEDIMENTARIOS RECIENTES EN UN COMPLEJO DE ORILLARES DEL RIO AMAZONAS

Fernando Rodríguez Achung\*

Gubert Paredes Arce\*\*

Rubén Bazán Tapia\*\*\*

Juan Ramírez Barco\*

---

### RESUMEN

Se describen las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de estratos sedimentarios recientes ubicados en un complejo de orillares del río Amazonas, cerca a la ciudad de Iquitos - Perú.

Los perfiles de suelos presentan una morfología estratificada, predominando las clases textuales gruesas y medias. Las características químicas y mineralógicas reflejan el origen andino del material sedimentario y su escaso desarrollo pedogenático. Presentan reacción predominantemente neutra a moderadamente alcalina, el contenido de materia orgánica es muy pobre, el tenor de fósforo y potasio disponible varía entre bajo y medio, la CIC varía entre niveles bajos y altos. Sólo se ha detectado trazas de aluminio cambiabile. La mineralogía de los suelos, según orden decreciente, reporta la siguiente secuencia: cuarzo importante, plagioclasas importantes, anfífolas, micas, esmectitas, cloritas y posibles caolinitas.

La fertilidad química de los suelos está más estrechamente relacionada con el tenor de partículas finas. La CIC, el fósforo disponible y la M.O. se incrementan en la medida que se incrementa la arcilla + limo.

**Palabras claves:** Complejo de Orillares, estratos sedimentarios, características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas, Amazonas Peruano.

---

\* Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP. Av Abelardo Quiñones Km. 2.5. Apto. 784. Iquitos -Perú

\*\* Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Samanez Ocampo 185. Apto. 496. Iquitos-Perú.

\*\*\* Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Apto.456. Lima-Perú

## ABSTRACT

In this paper, the physical, chemical, morphological and mineral of the new sedimentary levels is described. These levels are situated in Amazon River's Meander scrolls, near of Iquitos city, Perú.

Soils show a stratified morphology with predominance of the medium and thick textural classes. The chemical and mineralogical character reflects the andean origin of the sedimentary material and their scarce evolution pedogenetic. They show reactions that vary between predominantly neutral to alkaline. The organic matter is very low. The available phosphorus and potassium vary between low and medium. Related to exchangeable aluminum, it has been found very little.

The CEC range from low to high levels. The soil's mineralogy informs in decreasing order the following: important quartz, important plagioclases, amphiboles, micas, sometimes, chlorites and possible kaolin tics.

The soils chemical fertility is closely related with the quantity of their particles. The CEC, P, and the organic material increase as the clay plus silt do.

## 1. INTRODUCCION

Según estudios de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1982), la "llanura aluvial inundable" en la amazonía peruana cubre una Superficie de 3'278 500 ha., de las cuales se estima que 655,000 ha. Son aptas para Cultivos en limpio.

Los suelos de este paisaje constituyen un recurso importante para el desarrollo Socio-económico de la selva baja, principalmente de las regiones de Loreto y Ucayali, pues se estima que en ellos se desarrolla cerca del 80% de las actividades agrícolas y se localiza el 90% de los centros poblados del área rural.

Desde el punto de vista edáfico, este paisaje aluvial, está conformado por sedimentos fluviónicos recientes de los ríos y abarca todas las tierras planas (0-5%) que sufren inundaciones periódicas por las crecientes normales de los ríos, estando sujetas a una intensa erosión. Estas tierras reúnen suelos que muestran poco ningún desarrollo de perfil, en muchos casos con morfología estratificada y sin horizontes gen eticos, generalmente de textura que varía entre media y moderadamente fina.

Presenta, en algunos casos, síntomas de moteamiento, como resultado de las deficiencias en el sistema de drenaje. Evidencias de gleyzación o condiciones anaeróbicas fuertes son también frecuentes en estos grupos de tierra (ONERN, 1982).

Estos Suelos han sido clasificados como Entisoles e Inceptisoles (Cochrane, 198, Sánchez, 1983; ONERN, (1975,1982)0 como Gley Húmico Eutrófico, Gley

poco Húmico y Aluviales Eutróficos (Correa, 1984), según diversos sistemas de clasificación.

Algunos estudios realizados en áreas inundables del río Amazonas, en términos generales, sugieren que estos suelos son de mayor fertilidad que los de altura, pues presentan una reacción ligeramente ácida o neutra, alta saturación de bases, buena capacidad de intercambio catiónico; contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, entre bajo y medio, y variable de potasio (Junk, 1979; Custo y Sourdat, 1986; ONERN 198, Sourdat, 1987; Veillón, 1986).

Sin embargo, es necesario) señalar que la fertilidad natural de los suelos ubicados en las áreas inundables del llano amazónico no es uniforme; pues, esta propiedad del suelo, a un nivel macro espacial, varía según el origen de los ríos (Hoag, 1985); a un nivel local, cuando poseen cierto grado de evolución pedogemítica, se debe a procesos de ferrólisis (Brinkman, 1976), acumulación y descomposición de materia orgánica y lixiviación (Berg, 1987). Diversos estudios realizados por Cochrane (1982), Meggers (1976), Peixoto (1985) y Correa (1984), confirman la variabilidad de la fertilidad de estos suelos.

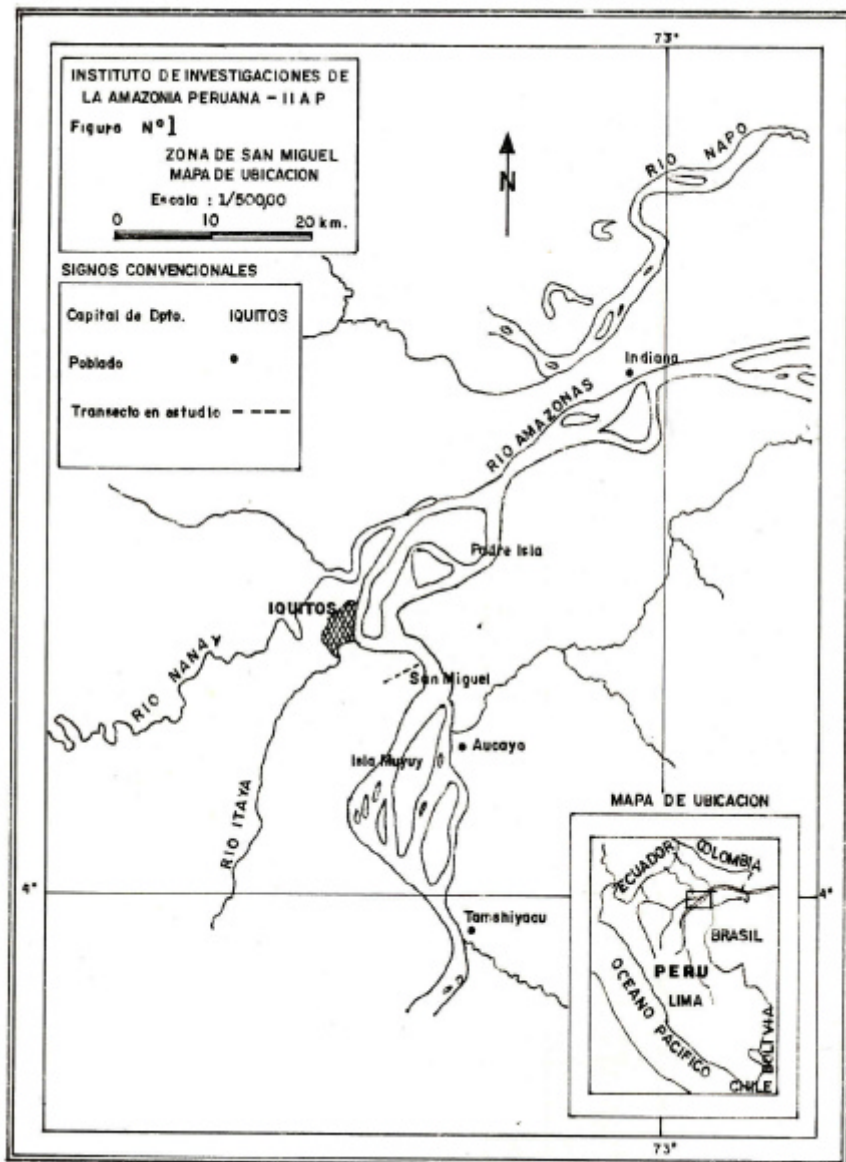
Resultados de estudios realizados por Hoag (1985), en áreas inundables de los ríos tributarios del Amazonas en el Perú, sugieren que el nivel de fertilidad de los suelos es controlado por las características litológicas de la formación geológica donde se origina el tributario y que la ocurrencia y distribución de los suelos contrastantes son predecibles. Así, los suelos de áreas inundables de los tributarios que tienen su origen en las montañas andinas, reflejan la influencia de los sedimentos provenientes de depósitos de origen marinos levantados, conteniendo caliza y arenisca calcárea continental; ellos tienen reacción cerca de neutro o moderadamente alcalina, carbonato de calcio finamente dividido dentro de la profundidad de las raíces, siendo la fracción arcilla dominante de tipo montmorillonita. Los suelos localizados en tributarios que se originan de unidades litológicas derivados de rocas metamórficas e ígneas ácidas de los Andes ecuatorianos, y a elevaciones bajas en el Perú, poseen una reacción moderadamente ácido, con menos del 12 % de saturación de aluminio, y poseen montmorillonita o mineralogía de arcilla mezclada en la sección de control; en cambio, los suelos cuyas fuentes de sedimentos son formaciones mareas ácidas volcánicas del norte del Ecuador o proceden del mismo llano amazónico, distante de los Andes, son extremadamente ácidos y poseen montmorillonita, arcillas mezcladas o caolinita.

En este trabajo se presenta algunas características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de estratos sedimentarios recientes de un complejo de orillares del río Amazonas.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 Lugar de Ejecución**

La fase de campo se ha realizado en el caserío San Miguel, área experimental del Proyecto Manejo de Suelos Aluviales del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, que se encuentra en las cercanías de la ciudad de Iquitos, en la margen izquierda del río Amazonas, sobre un complejo de orillares. (Fig. 1)



La fase de laboratorio se realizó en las instalaciones de las instituciones siguientes: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (Iquitos), Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (Iquitos), Universidad Nacional Agraria 'La Molina' (Lima) y ORSTOM (Francia). El área estudiada forma parte de la gran llanura o planicie Amazónica. Litológicamente esta zona está cubierta principalmente por depósitos cuaternarios recientes inconsolidados (Holoceno), constituidos por sedimentos fluviónicos que han sido depositados en forma periódica durante las inundaciones estacionales. La configuración del relieve y el modelado actual resultan de los procesos hidromorfodinámicos, es decir de la erosión y acumulación de materiales, los que se manifiestan en la ocurrencia de barras semilunares generadas por la acción de las aguas durante la época de creciente, dejado por la dinámica del flujo fluvial, sedimentos en forma de camellones (restingas) que alternan generalmente con áreas depresionadas de mal drenaje (bajales) o con meandros abandonados (cochas). Los suelos son clasificados como Tropofluvents.

El río Amazonas representa el curso de agua principal de la zona en estudio, cuyas características hidrológicas son: presenta un ancho promedio de 4 Km. en Iquitos, una profundidad promedio de 30 mts., un caudal que varía entre 9,800 y 34,000 m<sup>3</sup>/seg.; la altura promedio más baja de sus aguas es de 106 m.s.n.m. (meses de Julio, agosto y setiembre) y la más alta es de 118 m.s.n.m. (meses de marzo, abril, mayo). Ecológicamente, la zona se caracteriza por ser "bosque húmedo tropical, tendiendo a muy húmedo", según la clasificación de Holdrige (ONERN, 1975). El clima es "húmedo y cálido", sin marcadas variaciones en el promedio anual de temperatura y sin estación seca bien definida. La temperatura promedio anual es de 26.3 C y la precipitación pluvial es de 2,618.3 mm.

## **2.2 Selección y preparación de muestras de sitio**

En la parte media (central) del complejo de orillares de San Miguel se ubicó un transecto perpendicular a la ribera del río Amazonas. Se tomaron 74 muestras de suelos, correspondientes a igual número de estratos sedimentarios. En forma complementaria, se tomaron 39 muestras de suelos de zonas adyacentes al transecto en estudio.

En el laboratorio las muestras fueron secadas al aire y tamizadas en una malla de 2 mm. Cada muestra de suelos fue dividida en tres (3) partes, con el objeto de facilitar los correspondientes análisis físicos, químicos y mineralógicos.

## **2.3 Análisis Físico**

### **2.3.1 Análisis granulométrico**

El análisis de la distribución del tamaño de las partículas fue realizado siguiendo el método descrito por Forsythe (1985). Primero se ha eliminado la materia orgánica utilizando  $H_2O_2$ , al 30%. Posteriormente utilizando un agitador houbaycos y hexametáfosfato de sodio al 10 % se dispersó la muestra, la misma que fue transferida a una probeta de houbaycos desde donde se realizaron las lecturas de densidad de la suspensión de suelo con el uso de un hidrómetro standar (ASTM - 152 - H). Las lecturas fueron realizadas a los 0.5', 3', 36', 100', 256' 300' 1089' y 1444'. A partir de estas lecturas se. Determinó las partículas menores a 50 micras. Las fracciones mayores a 50 micras fueron determinadas a partir del material depositado en el fondo de la probeta utilizando un juego de tamices.

## **2.4 Análisis Químicos**

### **2.4. 1 Reacción del suelo**

El pH del suelo fue determinado en agua, utilizando la relación suelo solución 1:1. Después de 10 minutos de agitación y posteriormente 30 minutos de reposo, los electrodos fueron introducidos en la suspensión y los valores de pH fueron registrados con un potenciómetro.

### **2.4.2 Conductividad eléctrica**

Se utilizó el método de lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica.

### **2.4.3 Calcáreo total ( $CO_3 Ca$ )**

Se utilizó el método gasovolumétrico. El volumen de gas desprendido fue medido directamente en un calcímetro, después que éste fue estandarizado con una cantidad de  $Ca CO_3$ .

#### **2.4.4 Materia orgánica**

El contenido de materia orgánica se estimó a partir de la determinación del contenido de carbono orgánico. Este fue determinado por el método modificado de Walkley - Black (Allison, 1965), según el cual la materia orgánica es oxidada con un agente oxidante (K. Cr, 07) en una solución de 1-1, SO<sub>4</sub>.

#### **2.4.5 Fósforo disponible**

Fue estimado a partir del método de Olsen modificado, utilizando como extractante el NaHCO<sub>3</sub>, 0.5 M. a pH 8.5.

#### **2.4.6 Potasio disponible (K<sub>2</sub>O)**

Fue estimado a partir del método de Peech, utilizando como agente extractante el acetato de sodio pH 4.8.

#### **2.4.7 Capacidad de Intercambio Catiónico**

Para determinar la capacidad de intercambio catiónico se utilizó el método del acetato de amonio 1 N, pH 7.0. Según este método el suelo es saturado con acetato de amonio, luego el exceso de iones amonio retenidos en el suelo es remplazado del mismo por un segundo catión. El amonio desplazado es cuantitativamente determinado por destilación.

#### **2.4.8 Cationes cambiables**

En el extracto usado durante el proceso de saturación, en la determinación de la CIC, específicamente en aquel que contiene los cationes desplazados por el catión saturante, fueron determinados los cationes cambiables. El calcio fue determinado por el método del E.D.T.A.; el magnesio, por el método del amarillo de tiazol, el potasio y sodio, por fotometría de llama.

#### **2.4.9 Aluminio cambiabile**

Se utilizó el método del KCl 1N para determinar aluminio cambiabile.



## 2.5 Análisis Minerológico

El análisis minerológico fue realizado en el Laboratorio de Minerología del Centro de Bondy del Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en Cooperation (ORSTOM). El estudio de caracterización minerológica fue realizado por difracción de rayos X, a nivel cualitativo, en catorce (14) muestras de suelos.

Las muestras de suelos antes de ser preparadas para los análisis mineralógicos fueron sometidos a los pre-tratamientos químicos siguientes. Se destruyó la materia orgánica, con  $H_2O_2$  al 30 por ciento, luego se removió los óxidos de Fe libre mediante una digestión con ditionito de sodio y finalmente se extrajo otros materiales cementantes de Si y Al con  $Na_2CO_3$ . A partir de estas

Muestras pre-tratadas, sin separar fracciones granulométricas, se obtuvieron difractogramas de polvo y difractogramas de agregado orientados, glicerol y calentados.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1 Algunas características morfológicas y físicas

Los perfiles de suelos presentan una morfología estratificada, con límites abruptos o claros. Los estratos se diferencian por su granulometría, predominando aquellos de texturas gruesas y medias, sobre aquellos de texturas moderadamente finas y finas. Así, del total de muestras analizadas, el 29% está dentro de la clase textural “arena” y el 35% dentro de “franco limosa” (Tabla 1). Con frecuencia se encuentra una alternancia de capas de textura gruesa y capas de textura media. Esta característica es determinada por las variaciones de la velocidad de las aguas, en el momento que se depositan los sedimentos.

Estas capas varían en espesor desde pocos centímetros hasta más de un metro, siendo de mayor potencia los arenosos. Los colores predominantes son los siguientes: pardo amarillento oscuro, pardo grisáceo oscuro, pardo oscuro y gris oscuro, en algunos estratos se ha observado moteados de color pardo rojizo oscuro, especialmente en zonas adyacentes a las raíces, indicando cierto nivel de desarrollo de procesos de oxidación-reducción. Sobre el particular, Vizier (1989) manifiesta que el color gris es reflejo de los suelos constantemente

saturadas con agua, donde el fierro ha sido reducido y movilizado, pero cuando la inundación es temporal puede presentar periodos de no saturación durante los cuales se observa una segregación del fierro bajo la forma de moteaduras de reoxidación debido a una redistribución centrífuga del fierro que migra, por desecamiento del horizonte, desde el interior de los agregados hacia la superficie de los canales de las raíces y hacia las paredes de los poros, donde él se inmoviliza bajo forma de finas películas de hidróxidos. La capa freática es fluctuante, depende fundamentalmente del nivel del río; en Diciembre (época de creciente) ésta se encontró cerca a la superficie (60 cm.), particularmente en las áreas más deprimidas.

**TABLA 1: Distribución de los estratos sedimentarios según clase textural**

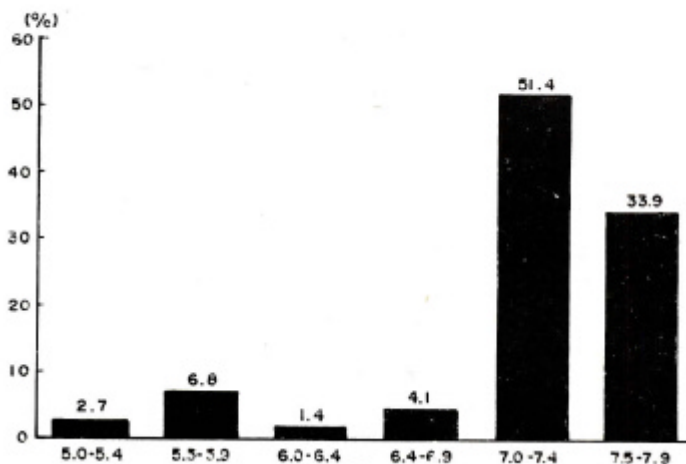
CLASE TEXTURAL	ESTRATOS	
	Nº	%
Estratos de Textura Gruesa	29	40
arenas	21	29
arenas francas	8	11
Estratos de Textura Media	42	56
franco arenoso	9	12
franco	7	9
franco limoso	26	35
Estratos de Textura moderadamente fina	3	4
franco arcilloso	2	3
franco arcillo limoso	1	1
<b>TOTALES</b>	<b>74</b>	<b>100</b>

### 3.2 Algunas características químicas

En la Tabla 2 se presenta la variación de algunas características químicas de los estratos sedimentarios en estudio. En términos generales, estos suelos presentan una reacción predominante neutra o moderadamente alcalina, con un pH en agua promedio de 7.18 (Figura 2). Esta característica refleja la naturaleza litológica del material que transporta el río Amazonas, pues las aguas de este río presentan también

una reacción similar, tal como lo reportan Junk (1984) para el Brasil y Montreuil et al (1990) para el Perú.

**FIGURA 2. Histograma de frecuencias de variación del PH en el suelo.**



**TABLA 2: Variación de algunas características químicas de los estratos Sedimentarios.**

ANALISIS	valores		
	Mínimo	Máximo	Medio
pH (H2O)	5.00	7.90	7.18
CE (rnnih/cm.)	0.08	0.92	0.31
CO3 Ca (%)	0.00	1.00	0.09
M.O. (%)	0.10	3.20	0.88
Fósforo (pprn)	2.00	18.00	7.20
K20 (Kg/ha)	83.00	920.00	222.40
CIC (rneq/100 g. suelo)	4.80	33.20	11.95
Ca + + (rneq/100 g. suelo)	3.20	19.80	9.77
Mg+ + (meq/100 g. suelo)	0.50	2.10	1.16
K+ (meq/100 g. suelo)	0.19	0.89	0.32
Na+ (meq/100 g. suelo)	0.10	0.57	0.24
Al± + + (rneq/100 g. suelo)	0.00	0.61	0.03
Ca/Mg.	6.40	9.43	8.42
Ca/K	16.84	30.53	22.25
Ca + Mii/K	19.47	34.16	24.61

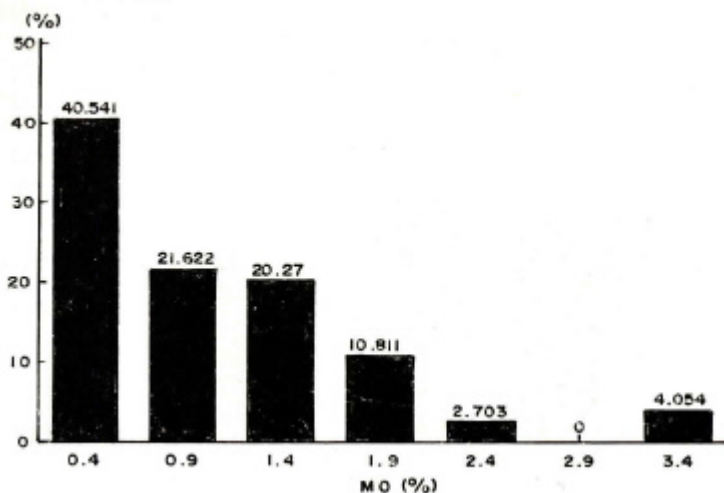
Sobre el particular, Hoag (1985) manifiesta que los sedimentos en los ríos que tienen origen en las montañas andinas provienen de depósitos de origen marino levantados, conteniendo caliza y areniscas calcáreas continentales, razón por la que los suelos derivados de estos depósitos tienen reacción cercana a neutro o moderadamente alcalina.

Pocas muestras de suelos poseen reacción ligeramente ácida muy fuertemente ácida, con cantidades poco significativas de aluminio intercambiables, correspondiendo esto a estratos superficiales de los perfiles de suelos más alejados de la orilla del río. Como estos suelos están ubicados en las partes más elevadas y más antiguas del área de estudio se presume que algunos procesos iniciales de pedogénesis y de intemperización estén actuando en su formación.

Tienen pocas sales solubles; esta afirmación se basa en la conductividad eléctrica muy baja (0.31 mmh/cm, en promedio) de los mismos. De igual manera, la presencia de carbonato de calcio es poco relevante (0.09% en promedio), debido a su solubilidad en agua y en presencia de CO<sub>2</sub>.

El contenido de materia orgánica en el suelo es muy pobre, presentan en promedio 0.88% de M.O., dentro de un rango de 0.10 y 3.20%. En la Figura 3, se podrá observar que cerca del 90% de los estratos reportan un contenido menor de 1.9%, calificados como muy pobre y pobre en M.O. La relativa juventud de los suelos, la presencia de vegetación pionera con poca biomasa, la inundación periódica que soportan, son entre otros, los factores que no han permitido un mayor desarrollo de la fracción orgánica en estos suelos.

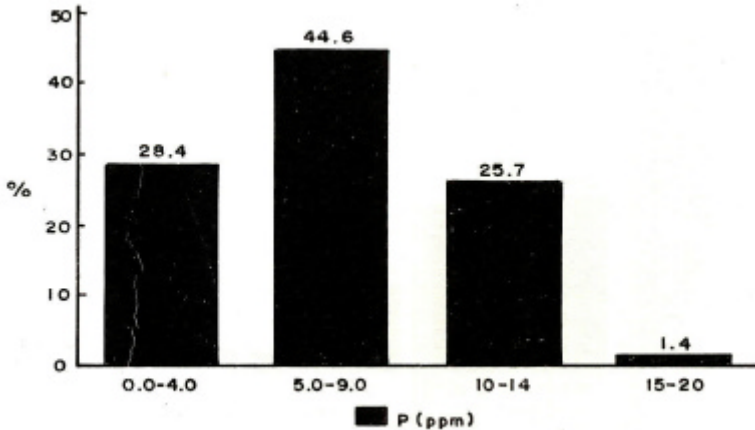
**Figura3. Histograma de frecuencias de la variación del contenido de materia orgánica el suelo.**



En los perfiles se observa una distribución irregular de la M.O., la cual varía según el tamaño de la partícula predominante en el estrato. De manera general se puede afirmar que los suelos arenosos presentan menores contenidos de M.O. que los suelos francos, tal como se verá más adelante. Por otra parte, se ha constatado que los estratos superiores de los perfiles más alejados del río presentan mayores contenidos de M.O. En el primer caso se presume que el mayor contenido de M.O. de los suelos francos, se debe a que la fracción orgánica por su baja densidad específica, requiere de ambientes deposicionales similar al de las fracciones minerales más finas. En el segundo caso, que constituyen los sedimentos más antiguos, además de lo señalado anteriormente se debe a la influencia de la vegetación en la pedogenésis de estos suelos, pues en los sitios más alejados del río la vegetación es más frondosa.

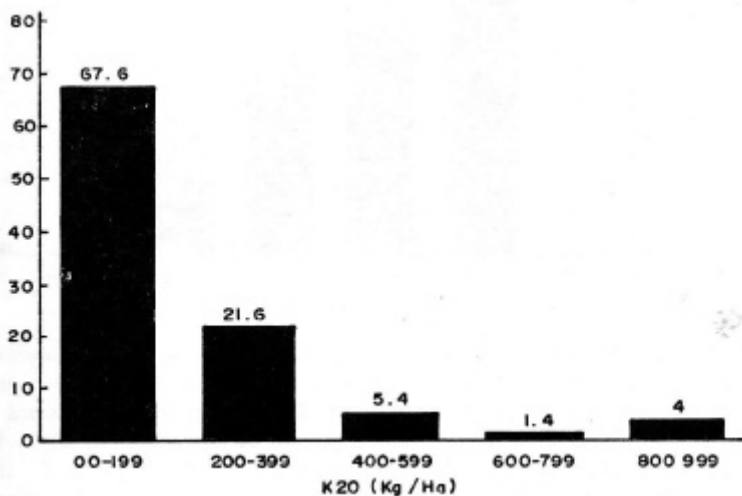
El contenido de fósforo varía de 2 a 18 ppm. La media es de 7.20, con cerca del 97% de los estratos comprendidos entre 2 y 14 ppm., valores considerados como contenidos bajo y medio, respectivamente (Figura 4). Como en los casos anteriores, el contenido en este elemento es mayor en los estratos francos comparando con aquel de los estratos arenosos. Debido al bajo contenido de Aluminio cambiante, y posiblemente también al bajo contenido de compuestos hidroxilados de Fe y Al, no se vislumbra problemas de fijación de fósforo. Asimismo, debido al bajo contenido de M.O. es probable que el aporte mayor de este elemento provenga de la fracción inorgánica, particularmente aquella de naturaleza cálcica.

**FIGURA 4. Histograma de frecuencias de la variación del contenido del contenido de fósforo disponible en el suelo. (OLSEN)**



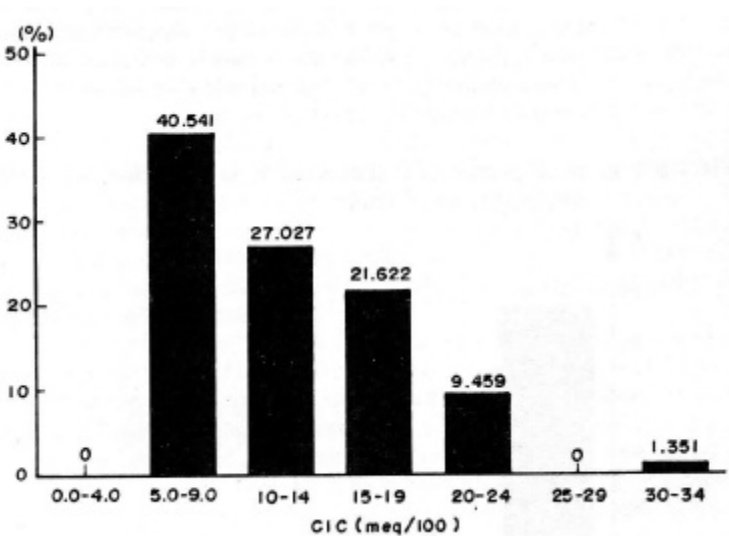
El potasio disponible varía de 83 a 920 kg. de  $K_2O$ /ha., con un promedio de 224 kg. de  $K_2O$ /há. Cerca del 80% de los estratos en estudio poseen contenidos bajos y medios de potasio (Figura 5). Similar tendencia se observa en el potasio intercambiable. Posiblemente esta variabilidad se deba a la mayor o menor presencia de minerales portadores de potasio, especialmente de micas que aparentemente son los más frecuentes en estos suelos.

**FIGURA 5. Histograma de frecuencias de la variación del contenido de potasio disponible en el suelo.**



Más del 60% de los estratos sedimentarios poseen baja capacidad de intercambio catiónico, (CIC) con un promedio de 11.95 meq/100 g. de suelos y un rango de variación de 4.8 a 33.2 meq/100 g. de suelos (Figura 6). Los suelos francos poseen mayor CIC que los suelos arenosos. Con toda seguridad esto se debe al efecto de la mayor superficie específica de las fracciones más finas del suelo. Al respecto, Fasshender (1986) sostiene que la capacidad de intercambio catiónico de un suelo se eleva progresivamente al aumentar la superficie específica de las partículas cambiadoras del mismo. El complejo de cambio se encuentra saturado en una proporción significativa por el calcio, seguido en orden de importancia por el magnesio, potasio y sodio. Similar estructura es reportada tanto por Fassbender (1986) para fluvisoles de América Central como por ONERN (1975, 1978) para diferentes suelos aluviales de origen andino en la amazonía peruana. Sólo en 7 muestras se ha detectado trazas de aluminio cambiabile, especialmente en suelos que poseen una reacción ácida.

**FIGURA 6. Histograma de frecuencias de la variación de la CIC en el suelo (Acetado de Amonio N pH 7.0)**



Un criterio importante de interpretación de las condiciones del complejo de intercambio son las relaciones entre las bases cambiables (Fassbender, 1986). En los suelos estudiados, las altas relaciones Ca/Mg, Ca/K, Ca + Mg/K inducen a pensar posibles deficiencias de Mg y K, pues, según parámetros establecidos por Villagarcía (1987) para suelos del Perú, el contenido de calcio es muy elevado y podría interferir la absorción de magnesio y potasio por las plantas. Sin embargo, por simple lógica se puede afirmar que estas relaciones tendrían mucho más importancia en su interpretación si fuesen asociados con el desarrollo de un cultivo específico (Fassbender-1986).

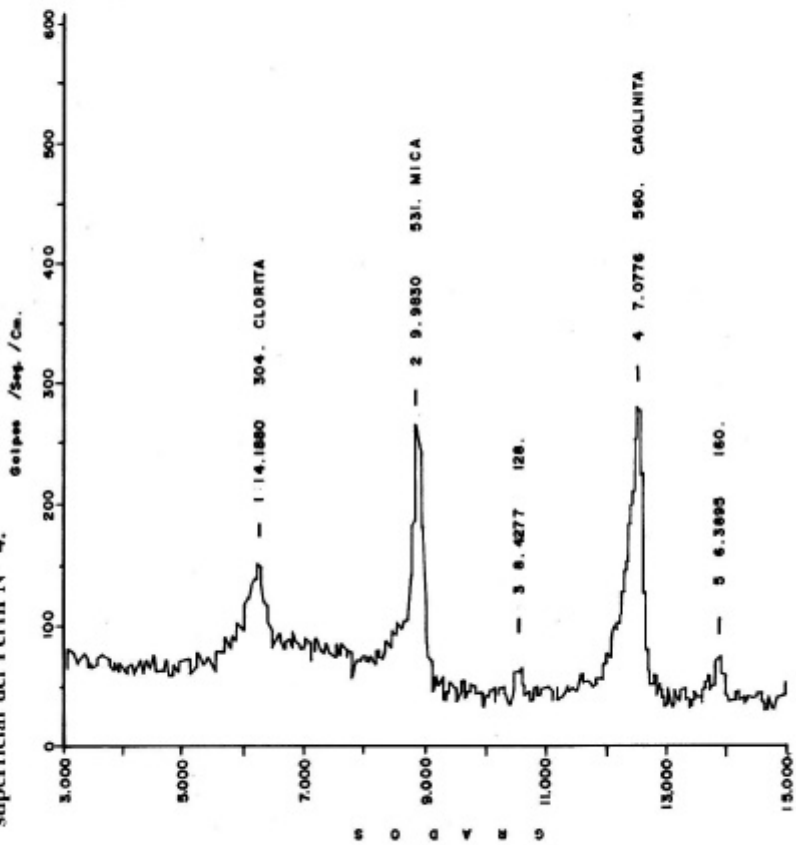
### 3.3 Algunas características mineralógicas

Diagramas de rayos X de polvos y difractogramas de agregados orientados, de glicerol y calentado, fueron utilizados para el análisis mineralógico (Figura 7). Para 14 muestras de suelos, la mineralogía se identifica y se resume en la Tabla 3.

Todas las muestras de suelos presentan mineralogía muy similar, de composición poliminerálica, identificándose la siguiente secuencia, según orden de intensidad decreciente: cuarzo importante,



FIGURA 7. Diagrama de Rayos X por el método de agregados orientados correspondiente a una muestra superficial del Perfil N° 4.



Feldespatos de tipo plagioclasas importantes, trasas de posibles anfíboles, micas, esmectitas, cloritas y posibles caolinitas. Según Besoín (1985), los minerales primarios cuarzo, feldespatos, anfíboles y micas, predominan en las fracciones arena y limo, en cambio los minerales secundarios como esmectitas, cloritas y caolinitas se concentran fundamentalmente en la fracción arcillosa. Sin embargo, algunos de estos minerales secundarios son detectados en la fracción limo.

Las difracciones debido al cuarzo y a los feldespatos son muy importantes en relación a aquellas debido a las arcillas. Según Millot (comunicación personal), Jefe del Laboratorio de Mineralogía de ORSTOM, el cuarzo y los feldespatos constituyen más del 50%; razón por la que se presume que otros minerales tal como la vermiculita esté enmascarado. Esta presunción se basa en el reporte de Sourdat (1987), quien en suelos aluviales inundables del río Ucayali, constató la presencia de vermiculita.

Como estos suelos son originados a partir de la deposición reciente de materiales transportados sin desarrollo de horizontes genéticos y sin modificación substancial del material parental por pedogénesis, se supone que todos los minerales detectados son heredados a partir del material litológico de la formación geológica donde se originan los principales tributarios del río Amazonas. En este sentido la alta proporción de calcio en los sitios de cambio no es aquí una 1 propiedad genética sino más bien del material parental.

Estos minerales son la principal fuente de nutrientes en el suelo y, según varios autores citados por Martini (1969), su disponibilidad estaría íntimamente ligada a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las mismas que puede alterar la respuesta a los abonos y al desarrollo de las plantas.

En términos generales, del análisis mineralógico, se puede deducir que los suelos en estudios poseen un buen potencial para el suministro de calcio y potasio por la presencia de feldespatos tipo plagioclasa y de micas, respectivamente. Sobre el particular, Besoin (1985) manifiesta que las plagioclasas, por ser fácilmente destruidos por soluciones ácidas, constituyen una fuente importante de calcio para las plantas. Asimismo que su buena capacidad de intercambio catiónico estaría determinada por la presencia de minerales tipo esmectitas.

Por último, Jackson, citado por Besoín (1985), considera que la presencia o ausencia de plagioclasas en el material parental diferencia un suelo productivo de uno no productivo, aspecto que explica en cierta medida, el mayor nivel de fertilidad natural de los suelos aluviales recientes, en relación a los suelos de tierras de altura de mayor desarrollo pedogenético.

**TABLA 3 : Minerales identificados en estratos sedimentarios representativos mediante análisis difractométricos de rayos x**

Perfil	Profundidad (cm.)	Textura	Minerales Identificados Según Orden de importancia
4	0 - 10	Arena franco	Cuarzo importante, feldespatos importantes (plagioclasas), rastros de posibles anfíbolos, micas, esmectitas, cloritas y posibles caolinitas.
	10 - 14	Arena fina	Cuarzo importante, feldespatos importantes (plagioclasas), un poco de anfíbolos, micas, cloritas, rastros de esmectitas y posibles caolinitas.
	14 - 49	Franco arenoso	Cuarzo importante, feldespatos importantes (plagioclasas), rastros de anfíbolos, micas, cloritas, esmectitas y posibles caolinitas.
	49 - 53	Franco limoso	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), cloritas, esmectitas, micas y posibles caolinitas.
	53 - 65	Arena fina	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), micas, esmectitas, un poco de clorita y posibles caolinitas.
7	0 - 12	Franco limoso	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), micas, esmectitas, un poco de clorita y posibles caolinitas.
	12 - 30	Franco	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), rastros de posibles anfíbolos, micas, esmectitas, clorita y posibles colinitas.
	30 - 50	Arena franca	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), micas, esmectitas, clorita y posibles colinitas.

TABLA 3 : Minerales identificados en estratos sedimentarios representativos mediante análisis difractométricos de rayos x

Perfil	Profundidad (cm.)	Textura	Minerales Identificados Según Orden de importancia
9	50 - 65	Arena franca	Cuarzo muy importante, feldespatos importantes (plagioclasas), micas, clorita, esmectitas y posibles caolinitas.
	65 - +	Franco arenoso	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), micas, esmectitas, clorita y posibles caolinitas.
	0 - 10	Franco arcilloso	Cuarzo, un poco de feldespatos (plagioclasas), micas, esmectitas, clorita y posibles caolinitas.
	10 - 25	Franco limoso	Cuarzo muy importante, feldespatos (plagioclasas), micas, esmectitas, clorita y posibles caolinitas.
	25 - 45	Franco arenoso	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), micas, clorita, un poco de esmectitas y posibles caolinitas.
	45 - 95	Arena franca	Cuarzo importante, feldespatos (plagioclasas), rastros de posibles anfíboles, micas, esmectitas, clorita y posibles caolinita.

### 3.4 Importancia de los Elementos Finos en las Propiedades de los Suelos

El tenor de Materia Orgánica de los suelos aluviales de la zona en estudio es generalmente bajo. Esta pobreza, ligada a una tasa de humificación baja, da como consecuencia una correlación más estrecha entre las propiedades físicas y físico - químicas de los suelos con el tenor en elementos finos (arcilla y limo).

Esta situación se puede observar en la Figura 8, donde los tenores de arcilla + limo en la superficie del suelo se incrementan con la distancia del río; similar tendencia se observa en CIC, P y M.O.

Se realizaron correlaciones entre las fracciones limo, arcilla y limo + arcilla y la capacidad de intercambio catiónico. En los tres casos existe una tendencia a incrementar la CIC en la medida que se incrementa las partículas finas en los diversos estratos. Sin embargo desde el punto de vista estadístico, tiene mayor significación cuando la CIC se relaciona con la suma de arcilla más limo. Similar tendencia se observa con calcio y magnesio cambiante. Asimismo se encontró cierto nivel de correlación de la CIC con el contenido de M.O.

El contenido de fósforo disponible presenta una mayor correlación con el contenido de partículas finas que con la M.O. En este caso también se registra mayor significación estadística cuando el fósforo disponible se relaciona con la suma de arcilla más limo.

Las tendencias observadas con la CIC y fósforo disponible, tanto para el total de muestras de suelos como para las muestras de superficie, se confirman cuando se realiza el análisis de regresión múltiple.

También se reporta una relación positiva entre el contenido de materia orgánica y el contenido de arcilla.

## 4. CONCLUSIONES

Los perfiles de suelos presentan una morfología estratificada que se diferencian por su granulometría, predominando las clases texturales gruesas y medias.

Los suelos presentan una reacción predominantemente neutra a moderadamente alcalina (pH promedio 7.18), el contenido de materia orgánica es muy pobre (promedio 0.88%), y el tenor de fósforo y potasio disponible varía entre bajo y medio, con un promedio de 7.2 ppm. de P y 224 Kg. de K<sup>+</sup> < 20/ha. respectivamente. La capacidad de Intercambio catiónico varía en un rango de 4.8 a 33.2 meq./100 g., con un alto porcentaje de saturación de bases. Sólo en pocas

muestras se ha detectado trazas de aluminio cambiabile. Las altas relaciones Ca/Mg, Ca/K y Ca

Mg/K inducen a pensar que el calcio puede interferir en la absorción de magnesio y potasio por las plantas. Los suelos presentan una composición poliminerálica, identificándose la siguiente secuencia, según orden de intensidad decreciente: cuarzo importante, feldspatos de tipo plagioclasas importantes, trazos de posibles anfíbulas, micas, esmectitas, cloritas y posibles caolinitas. Se ha detectado que la fertilidad química de estos suelos está más estrechamente relacionado con el tenor de partículas minerales finas. La CIC, el fósforo disponible y el contenido de materia orgánica se incrementan en la medida que se incrementan las partículas finas (arcilla + limo).

## 5. BIBLIOGRAFIA

- ALLISON, L.E. 1965. Organic Carbon. In C.A. Black (cd). Methods of Soil Analysis Part 2. Amer. Soc. Agron. Mono. 9:1363 - 1388 pp.
- BESOAIN, E. 1985. Minerología de Arcillas de Suelos. Serie de Libros y materiales educativos N0 60, IACCA, San José, Costa Rica (1216 p.).
- BERG, M, 1. LEPSH y E. SAKAI. 1987. Solos de planicies aluviales de vale do rio ribeira de Iguape, Sp. II relacoes entre as características físicas e químicas. R. hras. Ci. Solo, 11: 3 15-321.
- BRINKMAN, R. 1970. Ferrolysis a hydromorphic soil process. Geoderma, Amsterdam, 3:199-206.
- COCHRANE, T. y P. SANCHEZ, 1982. Recursos de tierras, suelos y su manejo en la región amazónica: informe acerca del estado de conocimiento. In: amazonía: investigación sobre agricultura y uso de tierras, serie CIAT 035-4- (82): 141-218 pp.
- CORREA, J.C. 1984. Recursos edáficos do Amazonas. EMBRAPA - UEPAE de Manaus. Brasil. (32 p.).
- CUSTO de, E. y M. SOURDAT, 1986. Paysages et soils de l'Amazonia Equatorienne entre la conservation et l'exploitation. Colloque "Ecuador 1986. (9 - p.).
- FASSABENDER H.W. (1986). Química de Suelos, con énfasis en suelos de América Latina, la. cd. 5a. reimpresión, Costa Rica, IICA. (398 p.).

- FORSYTHE, W. 1985. Física de Suelos: Manual de Laboratorio. Ediciones IICA, San José, Costa Rica. (212 p.).
- HOAG, R. 1985. Characterization of soil floodplains of tributaries flowing into the Amazon River in Perú .118p. (Tesis Doctoral en preparación).
- JUNK, J. 1979. Macrófitas Aquaticas nas varzeas da amazonia e possibilidades de uso na agropecuaria. CNPq-INPA. Manaus, Brasil. 23p.
- MEGGERS, B. 1976. Amazonia un paraíso ilusorio, siglo XXI editores S.A. i a edición en español. México.
- MONTREUIL, V.H., M, CASTAÑEDA, M. RODRIGUEZ, R. PEZO y C. DE LA CRUZ. 1984. Diagnóstico de la pesquería en la región amazónica Loreto\_Ucayali. IIAP (122 p.).
- ONERN, 1975. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Iquitos, Nauta, Requena y Colonia Angamos. Lima - Perú (269 p.).
- ONERN, 1978. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Pucallpa-Abujao. Lima - Perú. (225 p.).
- ONERN, 1982. Clasificación de las tierras del Perú. Lima-Perú (113 p.).
- PEIXQTO, G, J. CESAR y E. GAMARRA. 1985 Estadío actual de conhecimento sobre sistemas de producao de culturas alimentares para o Estado de Amazo\_nas EMBRAPA-UEPAE, Manaus. Docu. N0 6.
- SANCHEZ, P.A. y J.R. BENITES 1983. Opciones tecnológicas para el manejo racional de suelos en la Selva peruana. INIPA-NCSU. Programa de Suelos Tropicales Yurimaguas. Serie Separatas N0 6. 68p.
- SOURDAT M. 1987. Reconnaissances pedologiques en amazonie peruvienne: problemes de pedogenesis et de mise en valeur. ORSTOM. Pedol., vol XXIII, N0 2:95-109.
- VEJLLON, L. 1986. Informe científico pedológico de Jenaro Herrera. Convenio IIAP-ORSTOM. 77p.

VILLAGARCIA, E. 1987. Curso de Fertilidad de Suelos (Reporte de clases). UNALAM.

VIZIER, J. 1989. Elements pour l'establissement d'un referencial, pour les soles hidromorphes. Dans Refirential Pédologique Francais, 3<sup>ème</sup> proposition, Suril 1990. INRA - Afis : 253 -262.



FIGURA 8. Variación superficial del contenido de partículas finas, CIC, P disponible y M.O. en relación a la distancia del río.

