

CARTOGRAFIA Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE LA LLANURA ALUVIAL DELIMITADA POR LOS RIOS MADRE DE DIOS, BARBILLA Y MATINA¹

Vivian Herrera *

Rafael Mata **

ABSTRACT

Cartography and classification of soils of the Madre de Dios, Barbilla and Matina rivers' valley. The alluvial plain of the Matina, Barbilla and Madre de Dios rivers in the Atlantic Zone of Costa Rica were physiographically and pedologically mapped at semidetall level. An area of 182 km², was photointerpreted with physiographic analysis techniques on black and white aerial photographs (escale 1:30.000) and infrared photographs (escale 1:80.000). Also 24 available soil surveys of banana farms were correlated and field observations were carried out by transects and free mapping with the help of anger. Soil description of the different soil units were carried out and horizons were sampled for further analysis. A soil map scale 1:100.000 was elaborated with units defined at the subgroup level. The Madre de Dios river plain is a floodplain with levees, back swamp deposits and transitional areas. The Barbilla river plain is also a recent floodplain with terraces, abandoned meander areas and exban lakes. The Matina river plain includes an upper overflow basin and a lever flooding basin. A strong relation between physiography, drainage and soil units was found. Therefore, well drained position (levees and terraces) classified as Fluventic Eutropepts and Fluvaquentic Eutropepts, poorly drained backs swamps and low terraces classified as Typic Tropaquepts, Aerit Tropaquepts and Tropaquents, while transitional areas included Aquic Eutropepts and Fluvaquentic Eutropepts.

INTRODUCCION

Morfotectónicamente las llanuras aluviales de la zona atlántica se presentan dentro del llamado arco trasero de Costa Rica, que se extiende con dirección noroeste-sureste, y se caracteriza por presentar grandes espesores de sedimentos principalmente del Terciario, que se han depositado a partir de la erosión de la Cordillera de Talamanca y por actividad volcánica.

El desarrollo geomorfológico de la cuenca de Limón ha originado topografías planas y de poca elevación sobre el nivel del mar, por lo que los ríos presentan poca pendiente y depositan

predominantemente sedimentos finos que impermeabilizan el suelo; además, se presenta una alta precipitación y carencia de drenajes naturales y artificiales que evacúen adecuadamente los excedentes de agua. Esto ocasiona, entre otras cosas, frecuentes inundaciones, encharcamiento temporal y saturación hídrica de los suelos; los fenómenos anteriores limitan el uso de las tierras, que tienen un alto grado de aptitud potencial para el desarrollo de la actividad agrícola.

La llanura aluvial delimitada por los ríos Matina, Barbilla y Madre de Dios, se integra dentro de la llanura aluvial del Atlántico, y fue cultivada durante muchos años con abacá, banano y cacao. Posteriormente estos cultivos fueron abandonados para dar paso al arroz y la actividad ganadera, y en los últimos años ha ocurrido un gran auge bananero, informándose de índices de productividad de banano /ha de 2883 cajas/ha/año para el cantón de Matina, que es uno de los más

1/ Recibido para publicación el 11 de noviembre de 1991.

* Dirección de Estudios Básicos, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENA-RA). San José, Costa Rica.

** Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

altos a nivel nacional (Feoli, 1989). Los objetivos de este estudio son estudiar las propiedades de los suelos de la llanura aluvial delimitada por los ríos Madre de Dios, Barbilla y Matina, analizar su distribución geográfica, realizar su mapeo y establecer su clasificación taxonómica.

Ubicación

El área de estudio limita al noreste con el Canal de Tortuguero, al noroeste con el río Madre de Dios, al sureste con el río Matina y río Barbilla y al suroeste con parte del río Barbilla hasta el cruce con la carretera nacional Juan José Trejos (ruta 22), siguiendo con rumbo noroeste a la naciente de la quebrada Salsipuedes (Figura 1).

La elevación máxima de la zona es de 110 msnm; la mínima de 1 msnm. La zona se extiende en una área aproximada de 18200 ha (182 km²).

Población, accesibilidad y vías de comunicación

Políticamente esta área pertenece a la provincia de Limón, cantón Matina y distritos Matina y Batáan. De acuerdo al Censo de 1984, los distritos de Matina y Batáan, tiene una población de 3964 y 6712 habitantes, respectivamente. La mayoría de la población (70%) se encuentra en los barrios rurales y se dedica principalmente a la agricultura.

En cuanto a los caminos de acceso, son transitables en cualquier época del año, pero en algunas ocasiones es necesario el uso de vehículo de doble tracción. La zona está comunicada con San José y con Puerto Limón por la carretera Saopim, y de Matina a Limón por antiguos ramales del ferrocarril del Atlántico. Hay algunos caminos de ripio que van de sur a norte hasta el Canal de Tortuguero; también hay caminos que comunican los poblados de Veintiocho Millas, Batáan, Berta, Matina, Goshen, Santa Marta, Sara, Cuatro Millas, Leytia y Luzón, principalmente.

Otro medio de comunicación es por lancha que funciona en las partes más bajas de la zona, que colindan con el canal de Tortuguero.

Características socio-económicas

En 1987 MIDEPLAN realizó una evaluación de indicadores sociales, basándose en el Censo de 1984, y las variables seleccionadas reflejan diferentes dimensiones del desarrollo social (educación, vivienda, salud, servicios, etc.). Los resultados de este estudio para los distritos de Matina y Batáan se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Indicadores sociales para los distritos de Batáan y Matina.

Indicadores sociales (%)	Batáan	Matina
Población de 10 años y más analfabeta	9,31	15,53
Población de 12 años y más con primaria y menos	77,15	88,07
Viviendas particulares ocupadas sin electricidad de servicio público	23,92	71,17
Viviendas particulares ocupadas sin agua intradomiliaria	30,35	62,00
Viviendas particulares ocupadas en regular y mal estado	51,30	59,47

Vegetación

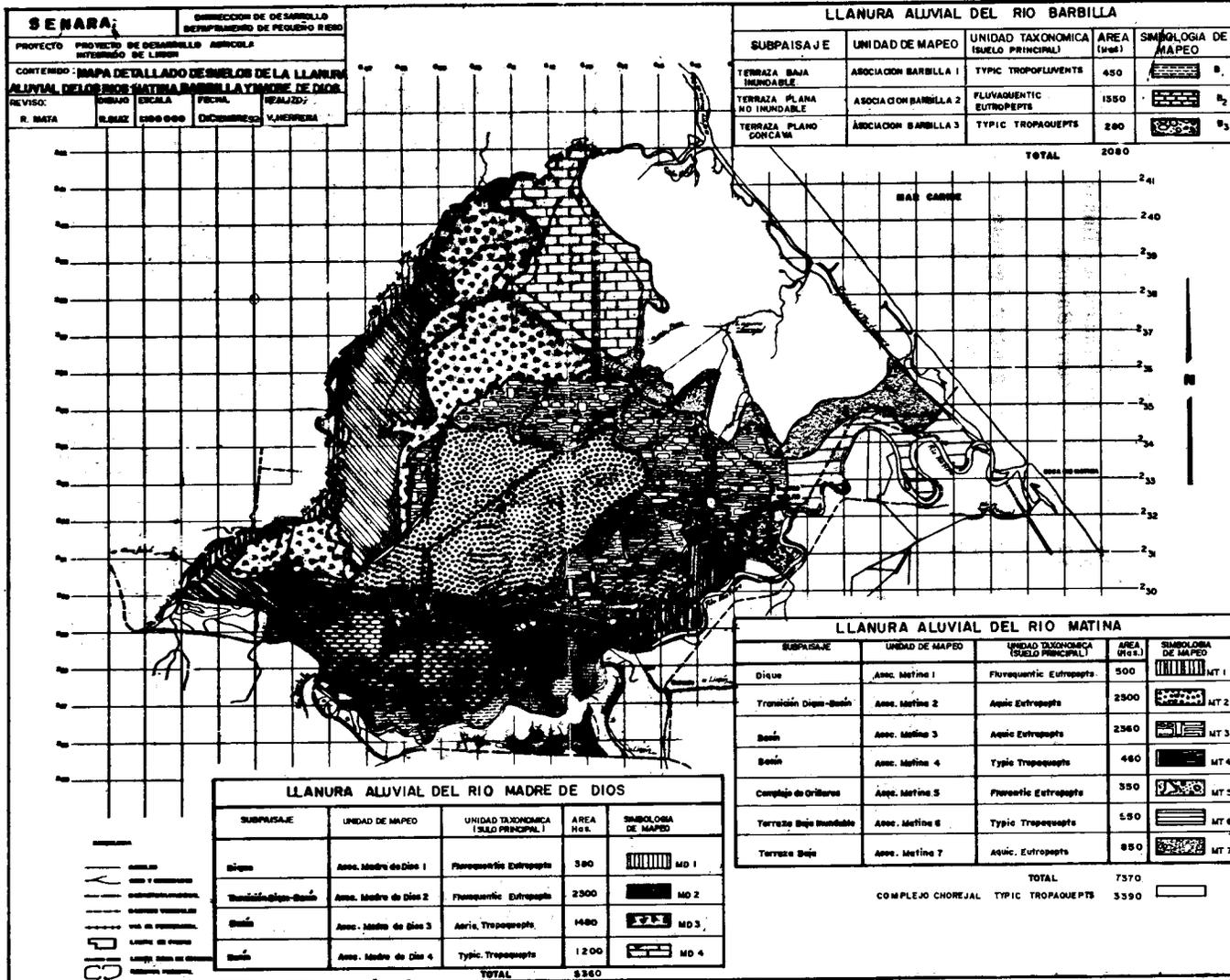
Bioclimáticamente de acuerdo con Tossi (1969), la zona se clasifica como bosque húmedo tropical, transición a perhúmedo y bosque muy húmedo premontano transición a basal. Gómez (1986) lo describe como bosque tropical lluvioso, con vegetación natural de follaje siempreverde y yolillo en las partes anegadas y encharcadas.

Entre las especies dominantes sobresalen: plátano (*Musa* subgrupo plantain), pará (*Echinocloa polystachia*), gamalote (*Paspalum fasciculatum*), guácimo (*Geothalsis meianthia*), guarumo (*Cecropia* sp.), platanilla (*Heliconia* sp.), cacao (*Theobroma cacao*), yolillo (*Raphia taedigera*), mozote de caballo (*Trimfetta lappulas*), zacate indio (*Rottboelia exaltata*), pata de gallina (*Elusine indica*), batatilla (*Ipomoea congesta*), lirio (*Heteranthera reniformis*), ortiga (*Fleurya aestuans*), jacinto (*Eichornia crassipes*), pega pega (*Desmodium adscendens*), comelina (*Comelina diffusa*), coco (*Cocos nucifera*), yute (*Musa* sp.), indio pelado (*Bursera simaruba*), coquito (*Corozzo oleifera*), sahinillo (*Diffenbachia* sp.), laurel (*Cordia alliodora*), chilamate (*Ficus* sp.) y guatil (*Genipa* sp.) (Pitier, 1978). En las fotos aéreas se observa hacia la parte noreste especialmente y próxima al Canal de Tortuguero, pequeñas áreas de bosque natural, las cuales se reconocen como áreas de reserva o de amortiguamiento.

Clima

Los datos de la estación meteorológica La Lola (Cuadro 2) son representativos de la zona y existe un registro de precipitación desde 1949 a la fecha; está localizada a una latitud de 10°06'N y una longitud de 83°23'O, con una elevación de 40 msnm.

La precipitación anual promedio es de 3572 mm y los meses más lluviosos son enero, abril,



Cuadro 2. Datos mensuales de precipitación, temperatura, evaporación potencial, humedad relativa y horas luz de la Estación La Lola, Limón.

Mes	Pp media (mm)	T. media (°C)	ETP (mm)	HR (%)	Horas luz
Enero	318,9	23,5	116,5	86	4,6
Febrero	211,1	23,7	115,8	85	5,0
Marzo	168,0	24,3	143,5	83	5,2
Abril	230,6	25,0	140,5	85	4,8
Mayo	277,7	25,5	145,9	85	4,8
Junio	307,9	25,1	132,7	87	3,9
Julio	396,9	24,6	133,5	88	3,4
Agosto	306,5	24,8	138,4	87	3,8
Setiembre	186,2	25,0	137,1	85	4,6
Octubre	265,8	24,7	134,5	85	4,4
Noviembre	416,5	24,4	118,0	86	4,0
Diciembre	486,2	23,7	112,0	87	3,9

mayo, junio, julio, agosto, noviembre y diciembre. El mes con menos precipitación es marzo, con 168 mm, aproximadamente, y en diciembre se registra la máxima con 486 mm.

La temperatura media anual es de 24,5°C, con la máxima temperatura promedio en mayo (30,7°C) y la mínima en enero (18,8°C).

La evapotranspiración ha sido estimada por Hargreaves (1977) en 1573 mm/año, con la máxima mensual de 146 mm para el mes de mayo.

La humedad relativa promedio mensual máxima es de 88% para julio; la mínima de 83% para marzo y en este mes se presenta la máxima cantidad de horas luz 5,2; la mínima de 3,4 horas luz se da en julio.

En el mapa de tipos de clima de Costa Rica, Herrera (1985) agrupa esta zona como F3 y F6, que corresponde a clima muy húmedo a húmedo, caliente a muy caliente con déficit pequeño de agua o sin déficit.

Geología regional, material parental y tiempo

Los materiales geológicos datan de los períodos Terciario y Cuaternario, siendo las rocas sedimentarias del Cuaternario las que predominan en la región. Específicamente, las rocas de la época Holoceno y los depósitos fluviales, coluviales y costeros recientes, cubren la mayor parte de la superficie (Chinchilla, 1987).

Los ríos que delimitan el área de estudio, arrastran diferentes materiales según la trayectoria y la erosión que hacen de las diferentes formaciones, para producir, en la parte plana o llanura aluvial, procesos de depositación.

El río Barbilla, atraviesa las formaciones Uscari (lutitas), Banano (clastos lávicos, areniscas), y Suretka (clastos lávicos) hacia la parte de menor pendiente. El río Madre de Dios erosiona la formación Banano y Suretka. El río Matina tiene una trayectoria más larga, y es producto de la confluencia del río Barbilla y Chirripó, el cual atraviesa las formaciones Tuis (brecha volcánica, calizas), Uscari y Banano.

Relieve general y geomorfología

Según el mapa geomorfológico de Costa Rica, escala 1:200000 (Madrigal, 1979), las formas pertenecen a la sedimentación aluvial de la llanura aluvial de San Carlos y el Atlántico, con un pantano permanente o temporal hacia la costa.

En esta zona se identifican 2 unidades geomorfológicas:

-Llanura aluvial de 10-50 msnm. Esencialmente plana, consiste principalmente de depósitos fluviales de ríos meándricos dividida en 2 niveles. El más alto conforma una amplia terraza fuertemente disectada. Hacia la costa estas terrazas se vuelven más bajas para ser cubiertas eventualmente con depósitos más jóvenes. A veces se distinguen terrazas menores, complejos de orillas y basines (Chinchilla, 1987).

-Zona costera de 0-10 msnm. Consiste de barras de arena múltiple, separadas entre sí por estrechos pantanos y lagunas. Por el fuerte movimiento de sedimento a lo largo de la costa, los ríos pequeños no pueden alcanzar el mar y siguen corriendo paralelamente a las barras hasta poder desembocar junto con los ríos grandes en esteros típicamente múltiples. En las partes más bajas hay interrelación de las corrientes marinas litorales y los fragmentos líticos que son arrastrados por ellas. Estas partículas se mueven paralelamente a la costa y son depositadas. Con el tiempo el relleno crece tanto que emerge. A partir de este momento gana altura por el acarreo de partículas por el viento y por los ríos y como consecuencia, queda separado un brazo de mar que se transforma en canal o laguna litoral (Chinchilla, 1987). Topográficamente, el área de estudio es una llanura aluvial que decrece gradualmente hacia la costa, de norte a noreste y sur a sureste, con pequeñas ondulaciones formadas por los depósitos de los ríos Madre de Dios, Barbilla y Matina. La elevación de 0 a 2 m es de un 16% del área total, un 53% para 2 a 10 m, 25%

para 10 a 20 m y un 6% para los terrenos con 20 m o más de elevación (JICA, 1988).

Hidrografía, drenaje natural y artificial

El sistema fluvial corresponde a la subvertiente Caribe que pertenece a las cuencas de los ríos Matina, Moín y Madre de Dios.

La cuenca del Matina es drenada por el río Matina, que nace de la confluencia de los ríos Chirripó y Barbilla. Este río presenta una dirección de suroeste a noreste, hasta desembocar en el mar Caribe.

La cuenca del río Madre de Dios es drenada por el río del mismo nombre, el cual nace en la Cordillera de Talamanca y presenta un rumbo de suroeste a noreste, hasta confluir en el Canal de Tortuguero y este, en el mar Caribe.

Hay ríos y quebradas que fungen como drenes naturales, tales como la quebrada Salsipuedes que desemboca en el río Veintiseis, el cual, a su vez tributa al río Madre de Dios (Chinchilla, 1987), y las quebradas Pama, y Lyon que han sido rectificadas para mejorar el sistema de drenaje; también, existen las llamadas Ochoa y Quirós que confluyen en la Laguna Chorejal. Entre los canales existentes, el conocido como Principal o Bataán es un canal artificial que atraviesa la zona de suroeste a noreste; de menor capacidad están los canales Abacá, Malcriado, Bravo, Cocaleca, y La Luisa, cuyas aguas desembocan en la Laguna Chorejal. Solamente el canal Aserradero desagua en el estero del río Madre de Dios.

Fisiografía de suelos

La fisiografía es la geografía de suelos, en la cual se toman en cuenta todos los factores que actúan durante la geogénesis y la pedogénesis. Por medio del estudio de la geogénesis, se conoce cómo y cuándo llegaron a un sitio determinado los materiales de los cuales se desarrolló un suelo. En la pedogénesis, se clarifican los procesos que dieron origen al suelo como se presenta hoy día. La fisiografía estudia los suelos como cuerpos naturales, y establece el punto de unión en la relación suelo-paisaje, con el fin de derivar de este estudio nociones útiles para el uso de los suelos (Botero, 1978).

No existen antecedentes de análisis fisiográfico de la llanura aluvial estudiada, sin el cual sería difícil entender la distribución de los suelos en el área, por lo que en este estudio se presenta un análisis basado en la dinámica fluvial de los ríos Madre de Dios, Barbilla y Matina.

MATERIALES Y METODOS

El levantamiento se realizó a nivel semidetallado siguiendo la metodología desarrollada por el Centro Interamericano de Fotointerpretación (Forero, 1984), basado en el análisis fisiográfico con fotointerpretación y con control pedológico de campo. Las unidades cartográficas utilizadas fueron la asociación y el complejo de suelos. Los suelos se clasificaron de acuerdo con la Taxonomía de Suelos (USDA, 1990).

Recopilación y correlación de estudios de suelos y material cartográfico

Se recopilaron y estudiaron los antecedentes existentes dentro del área del estudio, los cuales incluyen estudios detallados de suelos en fincas bananeras y proyectos de desarrollo bananero incluidos dentro del área, los cuales cuentan, como mínimo, con una densidad de 60 observaciones/km²; adicionalmente, se hicieron 90 observaciones (simples y detalladas), con lo cual se correlacionaron los estudios previos y el presente, dando en promedio una densidad de observaciones de 24/km².

Se utilizaron además fotografías aéreas infrarrojo falso color estándar, escala 1:80000 del año 1985, y fotografías blanco y negro escala 1:30000 de 1987. Además se utilizaron las hojas cartográficas escala 1:50000 de Matina, Parismina y Moín (IGNCR, 1989), con las cuales se elaboró el mapa base.

Fotointerpretación preliminar y elaboración de la leyenda fisiográfica

La fotointerpretación preliminar se hizo por el método del análisis fisiográfico, que se basa en la relación fisiografía-suelos. Según esta metodología las geoformas observadas sobre la superficie terrestre son interpretadas dentro de un marco fisiográfico determinado por el relieve, material parental, edad, clima y organismos (Forero, 1984). Luego, las geoformas identificadas se asocian con unidades cartográficas que se describen mediante el uso de unidades taxonómicas. La unidad de mapeo es la "delimitación" o "delineación" de un polipodón, o de un grupo de polipodones semejantes, diferentes o de áreas misceláneas (Forero, 1984).

Finalmente, las unidades se agrupan en forma jerárquica, de lo general a lo particular, en 3 niveles de generalización fisiográfica: Gran Paisaje, Paisaje y Subpaisaje.

El Gran Paisaje es una categoría que comprende asociaciones y complejos de paisajes con relaciones de parentesco de tipo espacial, genético y topográfico definidos. Normalmente presenta un alto grado de homogeneidad genética.

El Paisaje resulta de una misma geogénesis, que puede describirse en términos de las mismas características climáticas, morfológicas de material parental y de edad, dentro de las cuales puede esperarse una cobertura vegetal o un uso de la tierra similares. Dentro de la clasificación fisiográfica para mapeo de suelos, el paisaje constituye la unidad fundamental, por cuanto es la base para definir las clases de suelos con características comunes dentro del nivel de generalización taxonómica usado en el levantamiento.

El Subpaisaje corresponde a una división del paisaje, de acuerdo con criterios indicativos de algunos cambios en las condiciones de los suelos y por ende, en la cobertura vegetal y uso de la tierra, tales como: grado y forma de la pendiente, posición dentro del paisaje, clase y grado de erosión (Elbersen *et al.*, 1986).

Con esta información es posible elaborar una leyenda preliminar de fotointerpretación y seleccionar las posibles áreas de muestreo y los transectos para el control pedológico de campo.

Levantamiento preliminar de suelos y fotointerpretación ajustada

Se realizó un reconocimiento general del área, para observar y verificar las características fotointerpretadas, y establecer los transectos.

En el campo se ajustó la fotointerpretación diariamente y se aprovecharon los caminos existentes para realizar transectos, que consisten en secuencias de observaciones que se hacen perpendicularmente a las líneas de fotointerpretación o al sentido general del relieve existente.

Con el primer ajuste de las líneas de suelos y con el conocimiento del patrón de distribución de los suelos (relación suelo-paisaje), se aumentó el número de observaciones por mapeo libre, para completar el contenido pedológico de las unidades separadas, y a la vez verificar la calidad de los estudios detallados de suelos realizados a nivel de finca.

Se seleccionaron los transectos más representativos y se ubicaron en ellos los pedones modales de cada unidad, donde se procedió a la apertura de calicatas, descripción y toma de muestras por horizonte diferenciado.

- Los 4 transectos estudiados fueron:
- Desde Davao hasta Batáan, paralelo a la carretera.
 - Desde el río Matina hasta el río Madre de Dios, paralelo a la calle que comunica el poblado de Matina y Veintiocho Millas.
 - Desde el cruce de Sara hasta el río Madre de Dios, paralelo al camino que atraviesa el poblado de Sara.
 - Desde Goshen hasta Cuatro Millas, paralelo al camino que comunica estos 2 poblados.

En cada transecto se realizaron observaciones de barreno, para definir los sitios de calicatas. Cada calicata se muestreó por horizonte diferenciado para su análisis físico-químico, y se consignó el contenido pedológico a nivel de subgrupo, de acuerdo con la Taxonomía de Suelos (USDA, 1990). Además, en cada sitio de calicata se realizó un muestreo para análisis físico de muestras de suelo indisturbadas, y pruebas de conductividad hidráulica.

Las observaciones simples se hicieron con barreno tipo holandés. Las observaciones detalladas se hicieron en calicatas con 1 m de ancho x 1,50 m de largo x 1,50 m de profundidad y se describieron según los lineamientos del Soil Survey Manual adaptado por Mejía (1983) y la nomenclatura de horizontes del Soil Taxonomy (USDA, 1990).

Elaboración del mapa de suelos y su leyenda edafológica

Con las características físico-químicas de los suelos descritos y muestrados detalladamente en los pedones modales, se definieron las unidades taxonómicas, con lo cual el contenido pedológico de las unidades cartográficas del mapa de suelos y su respectiva leyenda edafológica quedaron completamente definidos. Con esta información y con el ajuste de la fotointerpretación en el campo, se verificó la delimitación de las unidades de mapeo y la configuración del mapa de suelos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fisiografía de suelos

Considerando los factores de formación de suelos, como son el material parental, relieve, clima, tiempo y organismos (incluyendo al hombre), se tienen un juego de factores de sitio que

conjuntamente inducen procesos de formación de suelos (Botero, 1978). Además de dar cómo resultado un suelo, originan también una geoforma, que al final es lo que más fácilmente se observa en una imagen; esta geoforma tiene una relación muy estrecha con la pedogénesis y por consiguiente con la morfología interna del suelo y con sus propiedades; es así que, para el mapeo de suelos, la atención se centra en el análisis de las geoformas dentro de un determinado marco climático, geológico y cronológico, siendo afectado por modificadores actuales como procesos erosionales, condición de drenaje y todos aquellos relacionados con la influencia humana (Forero, 1984).

Los suelos de la llanura aluvial, delimitada por los ríos Matina, Barbilla y Madre de Dios, se han originado principalmente por la erosión y arrastre de la formación Uscari, río Banano, Suretka y Tuis, y aportes de materiales sedimentarios y volcánicos, ricos en carbonato de calcio, óxidos de calcio, potasio, sílice y aluminio.

El relieve es plano, con pendiente suave y poca diferenciada en elevación topográfica, comprendida entre los 3 y los 22 msnm, pero la mayor parte del área está entre los 5 y 11 msnm.

Este relieve plano o casi plano, favorece la depositación de los materiales acarreados por los ríos.

En esta área se pueden señalar, como principales factores de formación de suelos, al relieve y clima. La alta precipitación del lugar, induce a que los ríos estén propensos a desbordarse con mayor regularidad, y por lo tanto las inundaciones en la zona son muy frecuentes. Estas aportan materiales que son transportados desde las partes altas de la cuenca, hasta la parte más baja de la llanura aluvial, en donde se sedimentan especialmente las partículas finas, modelando el relieve.

El relieve, el material parental y la precipitación, que conllevan a un determinado patrón de drenaje, son los que han originado las diferentes fisiográficas identificadas en este estudio.

De acuerdo al análisis fisiográfico y la comprobación de campo, se separó la zona en 4 grandes paisajes (Cuadro 3):

- a. Llanura aluvial del río Madre de Dios.
- b. Llanura aluvial del río Barbilla.
- c. Llanura aluvial del río Matina.
- d. Llanura aluvial indiferenciada.

Cuadro 3. Leyenda fisiográfica de la llanura aluvial de los ríos Madre de Dios, Barbilla y Matina, Limón.

Unidad fisiográfica	Nombre de la unidad fisiográfica	Area (ha)	% de área
Gran Paisaje Paisaje Subpaisaje	Llanura aluvial del río Madre de Dios Llanura de desborde reciente Dique Transición dique-basin Basin	5360	29,4
Gran Paisaje Paisaje Subpaisaje	Llanura aluvial del río Barbilla Llanura de inundación Terraza plana inundable Terraza plana no inundable Terraza plano-cóncava	2080	11,4
Gran Paisaje Paisaje Subpaisaje	Llanura aluvial del río Matina Llanura de desborde reciente Transición dique-basin Basin	7370	10,6
Paisaje Subpaisaje	Llanura de inundación de río meándrico Complejo de orillares Terraza baja inundable Terraza baja		
Gran Paisaje	Llanura aluvial indiferenciada	3390	18,6
	Total	18200	

Los grandes paisajes a su vez se subdividieron en 4 paisajes y 13 subpaisajes que corresponden con las unidades del mapeo o unidades edáficas, y con las unidades taxonómicas.

A cada subpaisaje como unidad fisiográfica, le corresponde al menos una unidad cartográfica o unidad de mapeo edafológica, que por el nivel de generalización cartográfica de este estudio, corresponde a la asociación de suelos; cada asociación de suelos, corresponde a 2 ó más polipedones, los cuales al ser caracterizados y clasificados taxonómicamente, le dan contenido pedológico a las unidades edáficas, identificando siempre el primer nombre taxonómico al suelo principal y los posteriores a los suelos asociados, quedando así establecida la leyenda del mapa de suelos, la cual se desglosa y discute a continuación (Cuadros 4, 5 y 6).

Gran paisaje de la llanura aluvial del río Madre de Dios

Este gran paisaje contiene la zona de influencia del río Madre de Dios y presenta únicamente el paisaje de llanura de desborde reciente. Esta llanura tiene una superficie de 5360 ha, que presenta un proceso activo de subsidencia, por lo que siempre está recibiendo nuevos materiales, sin sufrir casi ningún proceso erosivo, siendo el desbordamiento y la sedimentación sus constantes.

La sedimentación es muy uniforme, y la corriente no tiene fuerza para transportar materiales gruesos, ni para causar erosión a su paso. Las unidades típicas de estas llanuras son los diques naturales, los basines y transiciones entre ambos.

Los diques naturales son pequeñas elevaciones del terreno que se desarrollan a lo largo de las márgenes del río, durante las épocas de crecida, y están formados por los materiales más gruesos.

Los basines son depresiones amplias, y se encuentran entre los diques de uno y otro río. Cuando sube el nivel de aguas del río durante una "creciente", esta agua se desborda sobre los diques naturales y deposita gradualmente los sedimentos que transporta (debido a una inmediata disminución de la velocidad del agua desbordada), los más gruesos primero y finalmente los más finos en los basines o depresiones (generalmente arcillas y limos).

Este paisaje contiene 3 subpaisajes y 4 asociaciones de suelos, las cuales con su respectivo contenido pedológico áreas y porcentajes, se presentan en el Cuadro 4.

Dique. Este subpaisaje es el de menor extensión (Cuadro 4), y en él se presenta únicamente la unidad de mapeo denominada Asociación Madre de Dios 1 (MD1), en la cual el suelo principal se clasifica como Fluvaquentic Eutropepts; en el Cuadro 7 se presenta la descripción del pedón

Cuadro 4. Leyenda edafológica de la llanura aluvial del río Madre de Dios.

Llanura de desborde reciente					
Paisaje	Unidad de mapeo	Símbolo de mapeo	Unidad taxonómica	Area (ha)	Del total (%)
Dique	Asociación Madre de Dios 1	MD1	Fluvaquentic Eutropepts Typic Eutropepts Aeric Tropaquepts	380	2,1
Transición Dique-Basin	Asociación Madre de Dios 2	MD2	Fluvaquentic Eutropepts Aquic Eutropepts Aeric Tropaquepts	2300	12,6
	Asociación Madre de Dios 3	MD3	Aeric Tropaquepts Typic Tropaquepts Aquic Eutropepts Fluvaquentic Eutropepts	1480	8,1
Basin	Asociación Madre de Dios 4	MD4	Typic Tropaquepts Aeric Tropaquepts Fluvaquentic Eutropepts Aquic Eutropepts	1200	6,6
Total				5360	29,4

Cuadro 5. Leyenda edafológica de la llanura aluvial del río Barbilla.

Paisaje		Llanura de inundación			
Subpaisaje	Unidad de mapeo	Símbolo de mapeo	Unidad taxonómica	Area (ha)	Del total (%)
Terraza baja inundable con cauces abandonados y lagos semilunares	Asociación Barbilla 1	B1	Typic Eutropepts Fluvaquentic Eutropepts Typic Tropaquepts Typic Tropaquepts	450	2,5
Terraza plana no inundable	Asociación Barbilla 2	B2	Fluvaquentic Eutropepts Fluventic Eutropepts Typic Tropaquepts	1250	7,4
Terraza plano cóncava no inundable	Asociación Barbilla 3	B3	Typic Tropaquepts Aquic Eutropepts Typic Tropaquepts	280	1,5
Total				2080	11,4

modal 68 de esta unidad y en el Cuadro 8 se presentan los respectivos análisis físico-químicos. En general estos suelos se presentan en un relieve casi plano, con una condición de drenaje moderado, y por su proximidad con el río tienen alto riesgo de inundación; presentan un desarrollo morfológico incipiente, son profundos, con texturas moderadamente gruesas a gruesas, de colores pardo a pardo amarillento oscuro, con pocos moteos de reducción distribuidos a partir de los 0,30 m; su fertilidad es buena con altos contenidos de bases.

Transición dique-basin. En este subpaisaje se identificaron 2300 ha (12,6%) y es representado por la unidad de mapeo denominada Asociación Madre de Dios 2 (MD2), en la cual el suelo principal también se clasifica como Fluvaquentic Eutropets (Cuadros 7 y 8, pedón modal 77). En general estos suelos se presentan en un relieve cóncavo-convexo, con una condición de drenaje moderado a imperfecto.

Son suelos profundos, con texturas franco arcillosas, de colores pardo a pardo grisáceo oscuro, con moteos de reducción a partir de los 0,60 m; su fertilidad es buena con altos contenidos de bases y materia orgánica, especialmente en el epipedón.

Basin. Para este subpaisaje se tienen aproximadamente 2680 ha (14,7%), y se identificaron 2 unidades de mapeo, separadas por sus condiciones de drenaje.

La unidad de mapeo Asociación Madre de Dios 3 (MD3), abarca un área de 2300 ha, y el suelo principal se clasifica como Aeríc Tropa-

quepts (Cuadro 7 y 8, pedón modal 81). El relieve en donde se presentan estos suelos es cóncavo, con una condición de drenaje pobre a imperfecto, encontrándose el nivel freático desde superficialmente hasta más de un metro y medio de profundidad, sujeto a la precipitación de la zona.

Morfológicamente, son suelos moderadamente profundos, con texturas franco arcillo limosas a franco limosas, de colores pardo oscuro, pardo grisáceo, pardo azulado, con abundantes moteos de reducción a partir de 0,35 m; la fertilidad y la saturación de bases es alta.

La otra unidad de mapeo es la Asociación Madre de Dios 4 (MD4) (Cuadro 4) y el suelo principal se clasifica como Typic Tropaquepts (Cuadros 7 y 8, pedón modal 76). Esta unidad de mapeo presenta un relieve plano y con cota topográfica de 3 a 5 msnm, con una condición de drenaje encharcado a pobre.

Esta unidad tiene como principal limitante para su uso agropecuario el drenaje pobre a encharcado, siendo necesario la construcción de una mayor red de drenajes, para mejorar su condición de tierras potencialmente agrícolas para los cultivos adaptables a la zona.

Son suelos hidromórficos de colores pardo oscuro, gris claro, gris oliva, con moteos de reducción superficiales que probablemente se deban a problemas de compactación; su fertilidad es moderada a alta, presentan alta saturación de bases, y el contenido de materia orgánica en el horizonte superficial es alta.

Cuadro 6. Leyenda edafológica de la llanura aluvial del río Matina.

Paisaje		Llanura de desborde reciente			
Subpaisaje	Unidad de mapeo	Símbolo de mapeo	Unidad taxonómica	Area (ha)	Del total (%)
Dique	Asociación Matina 1	MT1	Fluvaquentic Eutropepts Aquic Eutropepts Tropofluvents	500	2,8
Transición Dique-Basin	Asociación Matina 2	MT2	Aquic Eutropepts Fluvaquentic Eutropepts Aeric Tropaquepts Typic Tropaquepts Aquic Eutropepts	2300	12,6
	Asociación Matina 3	MT3	Fluvaquentic Eutropepts Aeric Tropaquepts Typic Tropaquepts	2360	13,0
Basin	Asociación Matina 4	MT4	Typic Tropaquepts Aeric Tropaquepts Fluvaquentic Eutropepts	460	2,5
Paisaje		Llanura de inundación de río meándrico			
Complejo de orillares	Asociación Matina 5	MT5	Fluventic Eutropepts Fluvaquentic Eutropepts Aquic Eutropepts Typic Tropaquepts Typic Tropaquepts	350	1,9
Terraza baja inundable	Asociación Matina 6	MT6	Typic Tropaquepts Histic Tropaquepts Aeric Tropaquepts Aquic Eutropepts	550	3,1
Terraza baja	Asociación Matina 7	MT7	Aquic Eutropepts Aeric Tropaquepts Fluvaquentic Eutropepts Typic Tropaquepts	850	4,7
Total				7370	40,6

Gran paisaje de la llanura aluvial del río Barbilla

Este gran paisaje, representa la zona de influencia del río Barbilla con un área de 2080 ha, se reconoció únicamente el paisaje de llanura de inundación. En este paisaje llanura de inundación, existe un cierto equilibrio de los procesos de erosión-sedimentación, aunque se puede decir que existe predominio de los procesos erosivos (especialmente de erosión lateral). En esta llanura, cuando el río se sale de madre, lo hace torrencialmente y arrastra lo que se interponga a su paso, causando grandes daños a la agricultura, a los moradores y sus construcciones.

En este paisaje se identificó como subpaisaje las terrazas aluviales, que se definen como superficies horizontales o levemente inclinadas, constituidas por depósitos sedimentarios, o modeladas por erosión fluvial. De acuerdo al drenaje, topografía y geoformas existentes en ellas, se identifican 3 tipos de terrazas, donde cada una corresponde a un subpaisaje, y a una asociación de suelos, las cuales, con su respectivo contenido pedológico, áreas y porcentajes, se presentan en el Cuadro 5. La terraza baja inundable con cauces abandonados y lagos semilunares es cuando un río toma un curso totalmente diferente, abandonando su cauce usual, los lagos semilunares son produc-

Cuadro 7. Características morfológicas y físicas de los pedones representativos de la llanura aluvial del Río Madre de Dios.

Horizonte	Profundidad cm	Color	Moteos Redox %	Estructura	Arena %	Limo %	Arcilla %	Nombre textural	Humedad (%)		Densidad aparente (g/ml)
									1.500 kPa	33 kPa	
Pedón 68	Asociación	Madre de Dios;	Fluvaquentic	Eutropepts							
C	0 - 6	10YR ^{3/1}	45	gs	41	44	15	F	18	44	1,41
A	6 - 20	10YR ^{3/3}	--	bs, mf, d	43	34	23	F	19	41	1,09
B _w	20 - 33	10YR ^{3/3}	10	bs, mf, d	59	28	13	Fa	22	32	1,25
C _{g1}	33 - 38	10YR ^{3/1}	45	gs	59	30	11	Fa	17	31	1,46
C _{g2}	38 - 60	2,5Y ^{4/2}	40	bs, mf, d	--	--	--	--	--	--	--
C ₃	60 - 82	10YR ^{3/4}	20	bs, mf, d	--	--	--	--	--	--	--
Pedón 77	Asociación	Madre de Dios 2;	Fluvaquentic	Eutropepts							
A _p	0 - 8	5Y ^{4/1}	10	bs, mf, m	27	38	35	FA	65	76	0,81
B _{w1}	8 - 33	10YR ^{4/4}	40	bs, mf, m	30	38	32	FA	28	49	0,98
B _{w2}	33 - 62	10YR ^{4/4}	45	bs, mf, m	30	40	30	FA	40	49	0,95
B _{g1}	62 - 84	2,5Y ^{3/2}	25	bs, mf, md	24	46	30	FA	36	56	0,87
B _{g2}	84 - 110	10G ^{5/1}	25	bs, mf, md	26	48	26	FA	33	39	0,96
Pedón 81	Asociación	Madre de Dios 3;	Aeric	Tropaquepts							
A	0 - 7	10YR ^{4/3}	30	bs, mf, m	13	50	37	FAL	59	74	0,80
B _{w1}	7 - 36	10YR ^{4/4}	50	bs, mf, m	13	50	37	FAL	60	70	0,88
B _{g1}	36 - 62	10GY ^{5/1}	25	bs, f, d	19	46	35	FAL	33	66	0,85
B _{g2}	62 - 85	10GY ^{5/1}	10	bs, mf, d	15	58	27	FL	33	61	0,87
C _g	85 - 125	10BG ^{6/1}	10	cm	17	52	31	FL	57	82	--
Pedón 76	Asociación	Madre de Dios 4;	Typic	Tropaquepts							
A _g	0 - 14	2,5Y ^{4/1}	5	bs, mf, m	24	52	24	FL	58	94	0,86
B _{g1}	14 - 45	7,5YR ^{4/4}	50	bs, f, m	28	50	22	FL	44	70	1,05
B _{g2}	45 - 73	10YR ^{5/6}	50	bs, mf, m	24	54	22	FL	35	67	1,04
B _{g3}	73 - 110	10YR ^{6/1}	50	bs, f, m	26	58	16	FL	47	80	1,07

F= franco, Fa= franco arenoso, FA= franco arcilloso, FAL= franco arcillo limoso, FL= franco limoso.
 gs= grano simple, bs= bloques subangulares, mf= muy finos, f= finos, m= medios, d= débil, m= moderada, md= muy débil

Cuadro 8. Características químicas de los pedones representativos de la llanura aluvial del Río Madre de Dios.

Horizonte	Profundidad cm	pH	C.O.	Ca	Mg	K	S ¹	CIC	S.B. ²
		H ₂ O	%						(cmol/kg) ³
Pedón 68	Asociación Madre de Dios; Fluvaquentic Eutropepts								
C	0 - 6	5,70	0,90	24,30	14,00	0,30	38,60	37,40	103,20
A	6 - 20	5,70	0,60	22,60	10,60	0,22	33,42	31,90	104,80
B _w	20 - 33	5,70	0,50	19,50	10,60	0,27	30,37	49,50	61,40
C _{g1}	33 - 38	5,70	0,30	24,60	12,30	0,22	37,12	43,45	85,40
Pedón 77	Asociación Madre de Dios 2; Fluvaquentic Eutropepts								
A _p	0 - 8	5,90	3,70	19,40	10,90	0,71	31,01	57,20	54,20
B _{w1}	8 - 33	5,70	0,80	24,90	12,20	0,22	37,32	57,20	65,20
B _{w2}	33 - 62	5,90	0,80	21,20	12,30	0,22	33,72	47,85	70,50
B _{g1}	62 - 84	5,90	0,80	20,40	12,40	0,34	33,14	45,65	72,60
B _{g2}	84 - 110	5,80	0,50	22,20	13,50	0,41	36,11	54,39	66,40
Pedón 81	Asociación Madre de Dios 3; Aeric Tropaquepts								
A	0 - 7	5,70	1,90	30,50	12,90	0,35	43,75	62,70	69,80
B _{w1}	7 - 36	5,90	1,10	22,10	13,00	0,21	35,31	57,75	61,10
B _{g1}	36 - 62	5,60	1,10	30,20	12,90	0,26	43,36	46,75	92,70
B _{g2}	62 - 85	5,60	1,10	29,80	12,80	0,28	42,88	42,90	100,00
C _g	85 - 125	6,00	0,50	33,90	13,90	0,27	48,07	45,65	105,30
Pedón 76	Asociación Madre de Dios 4; Typic Tropaquepts								
A	0 - 14	6,00	3,30	17,10	9,90	1,12	28,12	50,60	55,60
B _{g1}	14 - 45	6,40	0,50	24,20	14,60	0,34	39,14	55,00	71,20
B _{g2}	45 - 73	6,10	0,50	20,60	16,60	0,15	37,35	31,55	118,40
B _{g3}	73 - 110	6,00	0,50	22,00	15,30	0,21	37,51	55,55	67,50

1. Suma de bases; 2. Saturación de bases; 3. Determinación realizada en NH₄OAc(pH 7,0).

to de erosión lateral, donde el río corta una de sus propias vueltas, quedando los cauces abandonados los lagos semilunares, los cuales siempre tienen forma de aza.

Los subpaisajes restantes son la terraza plana inundable, y la terraza plano cóncava no inundable, cuya diferencia es el relieve.

Terraza baja inundable. Este subpaisaje se extiende sobre 450 ha, y en él se presenta solamente la unidad de mapeo denominada Asociación Barbilla 1 (B1), en la cual el suelo principal se clasifica como Typic Tropofluvents (Cuadros 9 y 10, pedón modal 25). En general estos suelos se presentan en un relieve plano muy ligeramente inclinado, con una condición buena de drenaje con inclusiones de drenaje encharcado en los cauces abandonados y lagos semilunares.

La posición fisiográfica que ocupan de terraza baja inundable, y su proximidad con el río Barbilla hace que estos suelos se estén rejuveneciendo constantemente, por el aporte de materiales en cada inundación.

Esta unidad no presenta severas limitaciones de uso en cuanto a drenaje, pero el poco desarrollo del suelo puede significar un factor negativo para algunas actividades agrícolas que requieran mayor mecanización.

El desarrollo morfológico de estos suelos es reciente, con texturas franco limosas a franco arenosas, de colores pardo a pardo amarillento oscuro, libres de moteos de reducción; su saturación de bases es muy alta y presentan bajos contenidos de materia orgánica.

Terraza plana no inundable. Este subpaisaje ocupa la mayor área del paisaje se extiende sobre 1350 ha (7,4%) aproximadamente, y en él se tiene únicamente la unidad de mapeo Asociación Barbilla 2 (B2), en la cual el suelo principal se clasifica como Fluvaquentic Eutropepts, (Cuadros 9 y 10, pedón modal 72). El relieve en el que se encuentran estos suelos es plano no inundable, pero con un nivel freático fluctuante principalmente en los meses de mayor precipitación, que ocasiona condiciones de óxido-reducción, con una condición de drenaje modera-

Cuadro 9. Características morfológicas y físicas de los pedones representativos de la llanura aluvial del Río Barbilla.

Horizonte	Profundidad cm	Color	Moteos Redox %	Estructura	Arena %	Limo %	Arcilla %	Nombre textural	Humedad (%)		Densidad aparente (g/ml)
									1.500 kPa	33 kPa	
Pedón 25	Asociación	Barbilla 1;	Typic Tropofluvents								
A _p	0 - 22	10YR ^{3/3}	--	gs	29	61	10	FL	22	35	--
C ₁	22 - 54	10YR ^{4/4}	--	bs, mf, md	29	61	10	FL	15	27	--
C ₂	54 - 62	10YR ^{4/4}	10	gs	45	47	8	F	17	22	--
C ₃	62 - 78	10YR ^{4/4}	--	bs, f, md	55	37	8	F _a	16	23	--
C ₄	78 - 84	10YR ^{4/4}	10	gs	73	21	6	F _a	15	19	--
A _b	84 - 101	10YR ^{3/3}	--	bs, f, d	43	49	8	F	20	49	--
Pedón 72	Asociación	Barbilla 2;	Fluvaquentic Eutropepts								
A _p	0 - 13	10YR ^{4/3}	--	bs, mf, m	19	48	33	FAL	32	50	0,94
A ₂	13 - 34	10YR ^{4/3}	--	bs, f, m	53	34	13	F _a	31	58	0,96
B _w	34 - 82	10YR ^{4/4}	20	bs, mf, m	25	48	27	FA	29	51	1,16
C _g	82 - 116	2,5Y ^{5/2}	45	bs, f, md	29	54	17	FL	32	51	1,15
Pedón 65	Asociación	Barbilla 3;	Typic Tropaquepts								
A _p	0 - 15	2,5Y ^{5/0}	15	bs, mf, m	29	47	24	F	30	67	1,02
B _{g1}	15 - 33	7,5Y ^{4/1}	40	bs, mf, m	33	39	28	FA	33	61	1,03
B _{g2}	33 - 65	5G ^{5/1}	40	bs, mf, m	31	41	28	FA	35	37	1,07
BC _g	65 - 100	10YR ^{6/2}	40	bs, f, d	25	45	30	FA	36	55	0,97

FL= franco limoso, F= franco, F_a= franco arenoso, FAL= franco arcillos limoso, FA= franco arcilloso.
 gs= grano simple, bs= bloques subangulares, mf= muy fino, f= fino, md= muy débil, d= débil, m= moderado.

Cuadro 10. Características químicas de los pedones representativos de la llanura aluvial del Río Barbilla.

Horizonte	Profundidad	pH	C.O.	Ca	Mg	K	S ¹	CIC	S.B. ²
				cm	H ₂ O	%			(cmol/kg) ³
Pedón 25	Asociación Barbilla 1; Typic Tropofluvents								
A _p	0 - 22	7,00	0,80	31,25	7,75	0,48	39,48	38,50	102,50
C ₁	22 - 54	7,10	0,30	60,00	7,50	0,48	67,98	38,50	176,60
C ₂	54 - 62	7,10	0,30	53,13	7,90	0,51	61,54	40,70	151,20
C ₃	62 - 78	7,00	0,30	46,88	7,63	0,64	55,15	36,30	151,90
C ₄	78 - 84	7,10	0,30	45,00	6,50	0,67	52,17	30,25	172,50
A _b	84 - 101	7,10	0,80	46,25	7,13	0,71	54,09	27,50	196,70
Pedón 72	Asociación Barbilla 2; Fluvaquentic Eutropepts								
A _p	0 - 13	5,80	1,10	27,60	7,30	0,20	35,10	38,50	91,20
A ₂	13 - 34	5,90	0,90	30,60	7,60	0,21	38,41	48,40	79,40
B _w	34 - 82	6,20	0,90	30,90	7,80	0,16	38,86	36,85	105,50
C _g	82 - 116	6,20	0,30	22,30	8,20	0,14	30,64	31,90	96,00
Pedón 65	Asociación Barbilla 3; Typic Tropaquepts								
A	0 - 15	6,50	1,70	43,20	12,70	0,70	56,60	74,80	75,70
B _{g1}	15 - 23	6,80	1,20	47,10	12,60	0,36	60,06	55,00	109,20
B _{g2}	23 - 65	7,10	0,80	41,10	12,20	0,29	53,59	79,75	67,20
BC _g	65 - 100	7,10	0,30	43,40	13,50	0,43	57,33	78,65	72,90

1. Suma de bases; 2. Saturación de bases; 3. Determinación realizada en NH₄OAc(pH 7,0).

do con inclusiones de buen drenaje en los sitios de mayor elevación, y muy pobremente drenado con agua estancada superficialmente en los lugares más bajos.

Son suelos profundos, bien desarrollados, de texturas franco arcillo limosas a franco limosas, con moteos de reducción a partir de los 0,80 m; su fertilidad es alta y el contenido de materia orgánica es bajo.

Terraza plano cóncava no inundable. Este subpaisaje es pequeño y la unidad de mapeo Asociación Barbilla 3 (B3) es la única identificada, en la cual el suelo principal se clasifica como Typic Tropaquepts (Cuadros 9 y 10, pedón modal 65). El relieve en el que se encuentran estos suelos es plano-cóncavo, por lo que es común encontrar el nivel freático superficialmente. Su condición de drenaje es pobre con inclusiones mal drenadas a moderadas. Tiene algunas lagunas que probablemente son el resultado de un proceso anterior de subsidencia.

Son suelos moderadamente profundos, de texturas francas a franco arcillosas, con moteos de reducción a partir de los 0,15 m; su fertilidad es alta y el contenido de materia orgánica es media.

Gran paisaje de la llanura aluvial del río Matina

El río Matina es el drenaje natural de mayor capacidad, y por lo tanto es el que drena un mayor volumen de agua. Su comportamiento es el de un río dinámico, y en este estudio se identificaron 2 paisajes, los cuales están estrechamente relacionados con la sinuosidad y dinámica del río.

La llanura desborde reciente, que presenta las mismas características de la llanura de desborde reciente del río Madre de Dios, con las unidades de dique, transición dique-basin y basin, las cuales ya fueron descritas.

Conforme se aproxima el río Matina a su desembocadura en el Canal de Tortuguero (barra del Matina), su curso es más sinuoso, por lo que bajo este criterio, se separó el paisaje de llanura de inundación de río meándrico, identificándose el subpaisaje de complejo de orillares, en el cual existe un predominio de la erosión sobre la deposición, y el río no aporta sedimentos, sino que erosiona a un lado y sedimenta en el lado opuesto, retrabajando sus propios sedimentos.

Los subpaisajes restantes, son una terraza plana inundable y una terraza baja, siendo ambas el producto de procesos erosivos y transporte de sedimentos propios de la llanura del río. En el

Cuadro 11. Características morfológicas y físicas de los pedones representativos de la llanura aluvial del Río Matina

Horizonte	Profundidad cm	Color	Moteos	Estructura Redox %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Nombre textural	Humedad(%)		Densidad aparente (g/ml)
									1.500 kPa	33 kPa	
Pedón 62	Asociación	Matina 1;	Fluvaquentic	Eutropepts							
A _p	0 - 10	10YR ^{2/2}	10	bs, f, d	29	57	14	FL	14	26	1,28
C ₁	10 - 28	10YR ^{3/2}	15	bs, f, d	35	49	16	FL	11	20	1,06
A _b	28 - 57	10YR ^{3/3}	25	bs, mf, d	21	53	26	FL	17	36	1,00
B _w	57 - 87	10YR ^{3/3}	5	bs, f, d	59	29	12	Fa	11	17	1,11
Pedón 75	Asociación	Matina 3;	Aquic	Eutropepts							
A _p	0 - 11	7,5YR ^{4/3}	50	bs, mf, m	25	40	35	F	57	95	0,86
B _{w1}	11 - 50	10YR ^{4/3}	20	bs, mf, m	17	50	33	FAL	44	64	1,04
B _{w2}	50 - 106	10YR ^{4/3}	30	bs, mf, m	25	60	15	FL	37	59	1,05
Pedón 87	Asociación	Matina 6;	Typic	Tropaquepts							
A _g	0 - 11	2,5Y ^{5/0}	30	g, f, m	8	69	23	FL	46	58	1,02
B _g	11 - 26	10YR ^{4/1}	20	bs, m, m	56	26	18	Fa	37	43	1,04
C _{g1}	26 - 51	10YR ^{5/1}	45	bs, m, m	23	41	36	FA	48	64	1,07
C _{g2}	51 - 110	2,5Y ^{4/0}	25	bs, f, m	21	41	38	A	53	69	1,03
Pedón 9	Asociación	Matina 7;	Aquic	Eutropepts							
A _p	0 - 10	10YR ^{3/3}	40	bs, f, m	19	57	24	FL	36	49	--
B _w	10 - 35	10YR ^{4/3}	20	bs, f, m	17	63	24	FL	25	36	--
C	35 - 70	10YR ^{4/3}	15	gs	25	57	18	FL	20	31	--

FL= franco limoso, Fa= franco arenoso, F= franco, FAL= franco arcillo limoso, FA= franco arcilloso, A= arcilloso.
 11g= granular, gs= grano simple, bs= bloques subangulares, mf= muy finos, f= finos, m= medios, d= débil, m= moderada.

Cuadro 12. Características químicas de los pedones representativos de la llanura aluvial del Río Matina.

Horizonte	Profundidad cm	pH	C.O.	Ca	Mg	K	S ¹	CIC	S.B. ²
			H ₂ O	%				(cmol/kg) ³	%
Pedón 62	Asociación Matina 1; Fluvaquentic Eutropepts								
A _p	0 - 10	7,00	1,70	28,20	7,00	0,54	35,74	55,00	65,00
C ₁	10 - 28	7,00	1,50	30,60	5,40	0,54	36,54	68,20	53,60
A _b	28 - 57	7,00	2,10	33,10	5,90	0,24	39,24	77,00	51,00
B _w	57 - 87	7,10	1,90	27,90	5,00	0,23	33,13	79,75	41,50
Pedón 75	Asociación Matina 3; Aquic Eutropepts								
A _p	0 - 11	6,20	2,50	19,30	9,50	0,38	29,18	45,65	63,90
B _{w1}	11 - 50	6,20	1,40	21,70	8,20	0,15	30,05	51,70	58,10
B _{w2}	50 - 106	6,30	0,50	24,40	11,10	0,12	35,62	38,70	92,00
Pedón 87	Asociación Matina 6; Typic Trophaepts								
A _g	0 - 11	6,30	2,60	34,15	4,29	0,14	38,58	46,25	83,40
B _g	11 - 26	6,40	1,30	21,81	2,58	0,04	24,43	33,57	72,80
C _{g1}	26 - 51	6,30	0,70	21,73	3,47	0,15	25,35	35,20	72,00
C _{g2}	51 - 110	7,00	0,70	33,20	7,81	0,19	41,20	48,81	84,40
Pedón 9	Asociación Matina 7; Aquic Eutropepts								
A _p	0 - 10	6,50	4,40	33,75	7,75	0,39	41,89	38,50	108,80
B _w	10 - 35	6,70	0,90	34,38	7,50	0,29	42,17	33,00	127,80
C	35 - 70	6,90	0,60	37,50	5,25	0,26	43,01	33,00	130,30

1. Suma de bases; 2. Saturación de bases; 3. Determinación realizada en NH₄OAc(pH 7,0).

Cuadro 6 se presentan los subpaisajes, asociaciones de suelos, contenido pedológico, áreas y porcentajes de la llanura aluvial del río Matina.

Dique. Este subpaisaje cubre un área de 500 ha (2,8%) aproximadamente, y en él se presenta únicamente la unidad de mapeo denominada Asociación Matina 1 (MT1), en la cual el suelo principal se clasifica como Fluvaquentic Eutropepts (Cuadros 11 y 12, pedón modal 62). En general estos suelos se presentan sobre un relieve casi plano, con una condición de drenaje buena a moderada, con inclusiones de pobremente drenado.

Los suelos son moderadamente profundos a poco profundos, con texturas franco arcillosas a franco arcillo limosas, de colores pardo, pardo oscuro, pardo grisáceo muy oscuro, libre de moteos; su fertilidad es moderada, con alto contenido de materia orgánica.

Transición dique-basin. Este subpaisaje es uno de los más extensos y presenta solamente la unidad de mapeo llamada Asociación Matina 2 (MT2), y en la cual el suelo principal se clasifica como Aquic Eutropepts (Cuadros 11 y 12, pedón modal 75). En general estos suelos se presentan sobre un relieve casi plano asociado a un relieve

cóncavo-convexo, con una condición de drenaje moderado a imperfecto.

Los suelos son estratificados, moderadamente profundos, con texturas franco limosas superficialmente a franco arenosas en profundidad, de colores pardo oscuro, pardo amarillento oscuro, libre de moteos de reducción; presentan alta capacidad de intercambio catiónico y contenido medio de materia orgánica.

Basin. Este subpaisaje se extiende sobre 2820 ha aproximadamente (15,5%). Para este subpaisaje se diferenciaron 2 unidades de mapeo, las cuales se separan entre sí por su condición de drenaje.

Se presenta la unidad de mapeo denominada Asociación Matina 3 (MT3), la cual abarca la mayor parte (13,0%), cuyo suelo principal se clasifica como Aquic Eutropepts (Cuadros 11 y 12, pedón modal 75). El relieve que presentan estos suelos es plano-cóncavo, con una condición de drenaje imperfecto, con inclusiones de suelos pobremente drenados y moderadamente drenados.

La otra unidad de mapeo, corresponde a la Asociación Matina 4 (MT4), con un área 2,5% aproximadamente. Tiene un relieve plano cóncavo, con un drenaje muy pobre (Typic Trophaepts), a

pobre (Aeric Tropaquepts), con inclusiones de drenaje imperfecto (Fluvaquentic Eutropepts).

El suelo principal, se clasifica como Typic Tropaquepts, y como suelos asociados están los suelos clasificados como Aeric Tropaquepts, y Fluvaquentic Eutropepts en las inclusiones de mejor drenaje.

La llanura de inundación de río meándrico, se caracteriza por los amplios meandros que forma el río Matina, y presenta 3 subpaisajes que se describen a continuación:

Complejo de orillares. Este subpaisaje es uno de los más pequeños (Cuadro 6) y presenta la unidad de mapeo denominada Asociación Matina 5 (MT5), en la cual el suelo principal se clasifica como Fluvaquentic Eutropepts. En general estos suelos se presentan en un relieve casi plano, con una condición de drenaje de moderadamente bien drenada a encharcada, con un meandro abandonado del río Matina que actualmente es una laguna.

Para este subpaisaje no fue necesario realizar observaciones detalladas, ya que el estudio de suelos de una finca bananera lo cubrió totalmente, así que se hicieron observaciones simples de comprobación. Los suelos se han desarrollado sobre sedimentos aluviales recientes, con texturas medias, coloraciones pardo oscuro o pardo amarillento, libres de moteos; su fertilidad es alta y con contenidos irregulares de materia orgánica.

Terraza baja inundable. Este subpaisaje posee un área aproximada de 550 ha (3,1%), y en él se presenta únicamente la unidad de mapeo denominada Asociación Matina 6 (MT6), en la cual el suelo principal se clasifica como Typic Tropaquepts (Cuadros 11 y 12, pedón modal 87). En general estos suelos se presentan en un relieve plano cóncavo, con una condición de drenaje pobre a muy pobre con inclusiones de moderadamente bien drenado.

Esta unidad fisiográfica, tiene una cota topográfica de 3 a 5 msnm. aproximadamente y en época lluviosa tiende a inundarse periódicamente, deteriorando los cultivos presentes en ella.

El desarrollo de estos suelos es incipiente, encontrándose texturas contrastantes en los horizontes, con texturas franco limosa, franco arenosa, franco arcillosa a arcillosa, de colores pardo grisáceo, gris, gris oscuro, con moteos de reducción superficiales y a través del perfil; su fertilidad es

moderada a alta, con abundante materia orgánica en el epipedón y bajo contenido en el endopedón.

Terraza baja. Para este subpaisaje se mapearon 850 ha (4,7%) aproximadamente, y en él se presenta solamente la unidad de mapeo llamada Asociación Matina 7 (MT7), en la cual el suelo principal se clasifica como Aquic Eutropepts (Cuadros 11 y 12, pedón modal 9). En general estos suelos se presentan en un relieve plano cóncavo, con una condición de drenaje imperfecto, con inclusiones pobremente drenadas.

Son suelos moderadamente desarrollados, de textura franco limosa, color pardo, pardo oscuro, gris, con moteos de reducción a través del perfil; la fertilidad es moderada y presenta alta capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica.

Llanura aluvial indiferenciada

En la leyenda fisiográfica que se presenta en páginas anteriores, se identifica esta unidad como un gran paisaje, pero no se diferencian paisajes ni subpaisajes, por considerarse una área compleja, de difícil acceso, de escaso potencial agropecuario y alto valor ecológico. De acuerdo al mapeo de suelos, se agrupa la unidad cartográfica como un complejo de suelos, llamado Complejo Chorejal, y el suelo de esta unidad se clasificó como Typic Tropaquepts asociado a Histic Tropaquepts y Typic Tropaquepts. Esta unidad de mapeo es la más extensa del estudio, y comprende 3390 ha (18,6%) aproximadamente.

El relieve es plano cóncavo y conforme se desplaza hacia la costa, su cota topográfica disminuye, casi hasta alcanzar el nivel del mar, por lo que tiene influencia marina, y está separada del Océano Atlántico por el Canal de Tortuguero.

Por sus condiciones topográficas, y su ubicación respecto al área en general, esta unidad es la que recoge las aguas drenadas natural y artificialmente de la llanura de los ríos Madre de Dios, Barbilla y Matina, los cuales se depositan en su gran mayoría en la Laguna Chorejal, que es uno de los principales recolectores naturales en esta zona. Posteriormente, el excedente de agua, sigue su curso hasta el Canal de Tortuguero, pero su evacuación no es eficiente debido al escaso o nulo mantenimiento que se le da a este canal, el cual generalmente está sedimentado, lo que provoca un estancamiento de las aguas drenadas. Cuando se presentan fuertes precipitaciones, el sistema de drenaje se recarga y no logra evacuar los excesos

de agua, por lo que se observa por un tiempo prolongado una lámina de agua encima de la superficie del suelo. La texturas finas de estos suelos propician cierta impermeabilidad la cual dificulta la evacuación del agua drenada.

La vegetación predominante es el yolillo, junco, choreja, pasto alemán, cala, etc.; algunas de estas plantas, como la choreja, son de hábitos acuáticos e indicadores de condiciones de drenaje pobre a encharcado.

Por las condiciones de vegetación natural y drenaje, es considerada como un área de protección o conservación de la fauna y flora, por lo que no es recomendable su explotación agrícola.

Para esta unidad no se tienen observaciones detalladas, por estar el nivel freático en la superficie del suelo.

RESUMEN

A nivel semidetallado, fue cartografiada fisiográfica y pedológicamente la llanura aluvial de los ríos Matina, Barbilla y Madre de Dios, en la zona Atlántica de Costa Rica, con una extensión de 182 km². Se hizo fotointerpretación, siguiendo el método del análisis fisiográfico, sobre aerofotografías blanco y negro, escala 1:30.000 e infrarrojas escala 1:80.000; se correlacionaron 24 levantamientos de suelos a nivel detallado (estudios de suelos para fincas bananeras), se hicieron observaciones de campo con barreno, en transectos y mapeo libre, y se abrieron calicatas para describir, muestrear y clasificar los pedones representativos de cada unidad edáfica. Se elaboró un mapa de suelos que se presenta a una escala de 1:100.000, con una leyenda fisiográfica y clasificación taxonómica de los suelos a nivel de subgrupo.

El río Madre de Dios presenta una llanura de desborde reciente, con diques, basines y transición entre ambas. El río Barbilla presenta una llanura de inundación con terrazas, cauces abandonados y lagos semilunares. El río Matina presenta una llanura de desborde en su curso superior y de inundación en su curso inferior.

Se encontró una alta relación entre posición fisiográfica, drenaje y clases de suelos, lo cual se aprecia en el mapa elaborado; en las posiciones bien drenadas (diques y terrazas), los suelos se clasificaron como Fluventic Eutropepts y Fluvaquentic Eutropepts, en las mal drenadas (basines y terrazas bajas) como Typic Tropaquepts y

Tropaquepts y en las posiciones intermedias como Aquic Eutropepts y Fluvaquentic Eutropepts.

LITERATURA CITADA

- BOTERO, P.J. 1978. Fisiografía y estudio de suelos. Conferencias del Dr. Goosen en el CIAF. Primera parte. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Bogotá, Colombia. p.1-8
- CHINCHILLA, E. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. Primera edición. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. San José, Costa Rica. 396 p.
- ELBERSEN, G.W.; BENAVIDES, S.T; BOTERO, P.J. 1986. Metodología para levantamientos edafológicos. Segunda parte: Especificaciones y manual de procedimientos. 2da edición. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 82 p.
- FEOLI, L. 1989. Costa Rica, exportación bananera al primer semestre de 1989. Revista de la Asociación Bananera Nacional. Vol 13-Nº 32. ASBANA. p. 3-5.
- FORERO, M.C. 1984. Métodos de levantamientos de suelos (Primera parte). Centro Interamericano de Fotointerpretación. CIAF. Bogotá, Colombia. 86 p.
- HARGREAVES, G. 1977. Clima y agricultura. Comité Regional de Recursos Hidráulicos. Publicación Nº145. Tegucigalpa, Honduras 31 p.
- HERRERA, W. 1985. Clima de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 118 p.
- IGNCR . 1989. Hoja topográfica Matina, Moín, Parismina 1:50000. 2da. Edición. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. San José. Costa Rica
- MADRIGAL, R. 1979. Resumen de la estratigrafía de Costa Rica. Escuela Centroamericana de Geología. San José, Costa Rica (inédito)
- MESIA, L. 1983. Pedología descriptiva. Bogotá. CIAF. 175 p.
- MIDEPLAN. 1987. Costa Rica: Diferencias geográficas en el nivel desarrollo social. Sistema de indicadores sociales. Documento 10. Proyecto COS-79-POI, Fondo de las Naciones Unidas para actividades en materia de población. San José, Costa Rica. 69 p
- PITIER, H. 1978. Plantas usuales de Costa Rica. Biblioteca Patria Editorial Costa Rica. Segunda edición. 329 p.
- TOSI J. A. 1969. Mapa ecológico según la clasificación de zonas de vida de L.R. Holdridge. Centro Científico Tropical. Escala 1:750000. San José, Costa Rica.
- USDA. 1990. Keys to soil taxonomy. Soil Survey Staff. Technical Monograph Nº19. United States Department of Agriculture. 422p