

**Determinación de la evolución pedogenética
post Mitch en suelos de la zona bananera en
Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro,
Honduras**

José Martín Reyes Vásquez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Determinación de la evolución pedogenética
post Mitch en suelos de la zona bananera en
coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro,
Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

José Martín Reyes Vásquez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

Determinación de la evolución pedogenética post Mitch en suelos de la zona bananera en Coyoles, Olancho, Departamento de Yoro, Honduras

Presentado por:

José Martín Reyes Vásquez

Aprobado:

Gloria Arévalo, M. Sc.
Asesora principal

Abel Gernat, Ph. D.
Director
Carrera de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Carlos Gauggel, Ph. D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph. D.
Decano Académico

Hugo Pocasangre, M. Sc.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

Abelino Pitty, Ph. D.
Coordinador de Fitotecnia

RESUMEN

Reyes José. 2010. Determinación de la evolución pedogenética post Mitch en suelos de la zona bananera Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 28 p.

Los suelos de la costa norte de Honduras son altamente productivos pero son fácilmente inundables por lluvias y huracanes. En esa zona del país se registró el huracán Mitch en octubre de 1998, que cubrió con sedimentos cientos de hectáreas de terreno cultivado con banano. A raíz de ello, Standard Fruit S. A. de Honduras, mantiene bajo cobertura natural algunas áreas afectadas como la planicie aluvial del río Aguán. El objetivo principal de este estudio fue determinar el grado de transformación y evolución del suelo 12 años después del huracán Mitch. Se realizó un estudio detallado del suelo en 50 has con 90 barrenaciones y 10 calicatas ubicadas en una transecta posicional perpendicular al río. En cada perfil se tomaron características morfológicas, físicas y químicas, horizontes maestros, profundidad efectiva y en cada horizonte: color, textura, estructura, consistencia, resistencia a la penetración, porosidad, contenido de raíces y límite entre horizontes. En el laboratorio (WHAL) de la Standard Fruit S.A La Ceiba, Honduras, se determinó: textura, materia orgánica, pH, macro nutrientes (P, K, Ca, Mg Na y S), micro nutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu y B). Con la estructura del horizonte superficial A, se determinó que la evolución promedio del suelo es de 1.66 cm/año. Con el ratio limo/arena se determinaron cuatro zonas de energía de transporte de sedimentos relacionada con la distancia desde el río: alta energía: limo /arena = 0.1, hasta 300 m, energía media: limo/arena = 1.02 entre 300 y 500 m, energía media-baja: limo/arena = 1.25 de 500 a 800 m, zona de baja energía limo/arena = 6.6 de 800 a 1200 m. La tasa de regeneración de suelo es relativamente rápida, pero el riesgo de inundaciones continuas lo hace que no apto para cultivos, ni asentamientos humanos. Se recomienda establecer un área de protección, Bambú (*Bambusa tulda*), Caoba del pacífico (*Swetenia humilis*), Guayacán (*Guaiacum sanctum*) y Palillo (*Rehdera trinervis*) para proteger las plantaciones de banano de desastres naturales y generar ingresos económicos para la empresa.

Palabras clave: Evolución de suelo, estructura, horizontes maestros, transecta posicional.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	20
5. RECOMENDACIONES.....	21
6. LITERATURA CITADA.....	22
7. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Propiedades físicas de los suelos descritos en la planicie aluvial activa del río Aguán, sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Abril 2010.	11
2. Análisis químico de suelos de la planicie aluvial activa del río Aguan, Sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Abril 2010.	14
3. Análisis químico contenido de Fósforo y micronutrientes en los perfiles de suelo caracterizados en la planicie aluvial activa del río Aguán, Sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Abril 2010.....	17

Figura	Página
1. Curso del río Aguán en la costa norte de Honduras y ubicación del sitio de estudio en la planicie del río Aguán Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Fuente: Google Earth, modificación José Reyes.	3
2. Ubicación del área de estudio y puntos de descripción de perfiles de suelo en la planicie aluvial del río Aguan, finca Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Fuente: Google Earth modificación José Reyes.	4
3. Trayectoria del río Aguán en 1,970 y 2,002 (líneas azules). Carreteras dentro de las fincas bananeras (líneas rojas) y borda de contención artificial (línea verde).....	6
4. Representación morfológica y textural de los perfiles de suelo descritos en la planicie aluvial activa del río Aguán, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Distancia en metros en dirección perpendicular desde el eje central del río hacia el Norte.....	8
5. Secuencia de fotos de los perfiles de suelo descritos en la planicie aluvial activa del río Aguán, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Distancia en metros en dirección perpendicular desde el eje central del río hacia el Norte.	9
6. Modelo de distribución textural y regeneración del suelo en la planicie aluvial activa del río Aguan Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Dirección perpendicular y distancia (m) hacia el Norte del río.....	19

Anexo	Página
4. Descripción Morfológica y Física de perfiles de suelo de la planicie aluvial activa del río Aguán Sección nueve, finca Palo Verde A zona coyoles departamento de Yoro, Honduras.....	24
5. Grado generalizado de expresión de algunos horizontes del suelo en función del tiempo de evolución requerido. Tomado de Malagón <i>et al.</i> (1995).	28
6. Tiempo general requerido para establecer diferentes clases de suelos al nivel del orden. Tomado de Malagón <i>et al.</i> (1995).	28

1. INTRODUCCIÓN

El suelo se reconoce como un material mineral u orgánico no consolidado en la superficie de la corteza terrestre que ha sido sujeto a factores de formación. Se genera en un ambiente influenciado por condiciones climáticas, organismos, influencia del hombre y condicionados de relieve actuando sobre roca o sedimento en un periodo de tiempo. El producto final suelo se diferencia del material del cual se originó en muchas formas: físicas, químicas, biológicas y morfológicas que resultan en color, textura, estructura y porosidad. El estudio de los factores y procesos que han originado el suelo se conoce como pedología o génesis de suelo. El estudio y la clasificación de estos factores son importantes para entender los suelos. La formación de suelos es oculta a simple vista o es tan lenta que impide su observación, pero se pueden observar diferencias en factores de formación de suelos y correlacionarlas (Buol *et al.* 1981).

Uno de los primeros pasos en el estudio del suelo es su descripción y para hacerla se recurre a las características morfológicas, que son fácilmente observables y reflejan la acción de los procesos formadores del suelo. La actuación de estos proporciona información de las condiciones del medio en que se ha desarrollado el suelo. El estudio de la morfología de suelos está muy desarrollado, por su utilidad en obtener información del mismo. Las caracteres morfológicos observables en el suelo, son aquellas propiedades relacionadas con su organización en horizontes (espesor y disposición) y para cada horizonte, textura, estructura, consistencia y porosidad, (Porta *et al.* 2003). Los pedólogos manifiestan su preocupación por definir la existencia de las entidades básicas del suelo como pequeños segmentos tridimensionales que constituyen en conjunto los tipos de suelo sobre la superficie terrestre (Moreno 1986).

En áreas planas del litoral atlántico de Honduras la erosión de los suelos es apenas perceptible, no obstante existe un alto riesgo de inundaciones, arrastre y depósitos de sedimento por la frecuente actividad de factores ambientales, altas precipitaciones en algunas temporadas del año y fenómenos naturales registrados en la época lluviosa. Esta zona del país es sujeta a huracanes y frentes fríos que aumentan el caudal de los ríos y depositan sedimentos minerales y orgánicos sobre las vegas de los valles. Estos eventos son el principal agente formador de suelos, como el caso de los fenómenos naturales ocurridos en 1934, 1954, 1974 y el más reciente evento ocurrido en octubre de 1998 conocido como Huracán Mitch.¹

Los suelos aluviales de los valles de la costa norte de Honduras representan un alto potencial para la producción agrícola por las características texturales que presentan. Las

¹ Pocasangre Hugo. 2010. M. Sc. Departamento de Investigación Agrícola Standard Fruit S.A. La Ceiba, Honduras. Comunicación personal.

texturas francas comunes en los suelos aluviales de esta zona ofrecen buenas condiciones especialmente para la producción de banano. ¹ Son suelos con profundidades variables relacionadas con la cantidad de sedimentos que los ríos depositan sobre las llanuras de desborde dependiendo de la distancia al eje central del río. La variación textural que se puede encontrar en estos suelos va desde suelos arcillosos finos hasta arenosos-francos y arenosos. En algunos casos, los suelos aluviales de los valles presentan una menor profundidad por lo que el material parental puede encontrarse a pocos centímetros de la superficie (Arévalo y Gauggel 2008).

En esta zona del país se ubica el cultivo de banano realizado por la Standard Fruit S.A Honduras. El banano como musácea es un cultivo tropical de gran importancia económica y alimenticia, ya que constituye un rubro de primer orden en la dieta humana a la vez representa una fuente de empleo y un flujo constante de ingresos. En algunas zonas, la productividad de las áreas destinadas a este cultivo ha disminuido como consecuencia del deterioro acelerado de los factores físicos, químicos y biológicos del suelo (Castellanos 2005).

El objetivo principal de este estudio fue determinar el grado de transformación y el desarrollo evolutivo de los suelos 12 años después del huracán Mitch en el valle del Aguán parte alta, zona de Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Como objetivos específicos se tuvo desarrollar un modelo que refleje el desarrollo evolutivo de los suelos a través del tiempo. Además, determinar el efecto del tiempo en la transformación de sus características y por último proponer un uso aprovechable del suelo y su manejo para proteger las plantaciones de banano de futuras inundaciones y al mismo tiempo que genere ingresos económicos para la empresa Standard Fruit S. A. Honduras.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el valle del Aguán en el noreste de Honduras, aprovechando el interés de la Standard Fruit S. A. de Honduras, en dar seguimiento al efecto que tuvo el huracán Mitch sobre las tierras agrícolas de su propiedad. El valle del Aguán es una planicie aluvial activa con topografía plana y microtopografía ondulada, alrededor de 2% de pendiente. Cubre un área de 2100 km², ubicado entre 15° a 16° latitud Norte y 85° a 86° longitud Oeste, 8 a 15 km de ancho y unos 160 km de largo, extendiéndose desde el noreste del pueblo de San Lorenzo, Yoro, hasta el mar Caribe (Martínez 1993).

La investigación se realizó en un área de unas 50 has en barbecho, inundadas por el huracán Mitch en 1998 y se ubica en la planicie del río Aguan en la finca Palo Verde A de la Standard Fruit S.A, en Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras (figura 1). La zona cuenta con: temperaturas promedio de 27°C máxima de 43°C y mínima de 11°C. La precipitación promedio anual es de 950 mm distribuida durante todo el año, ya que no hay una época de distribución de lluvias, exceptuando las épocas de huracanes.

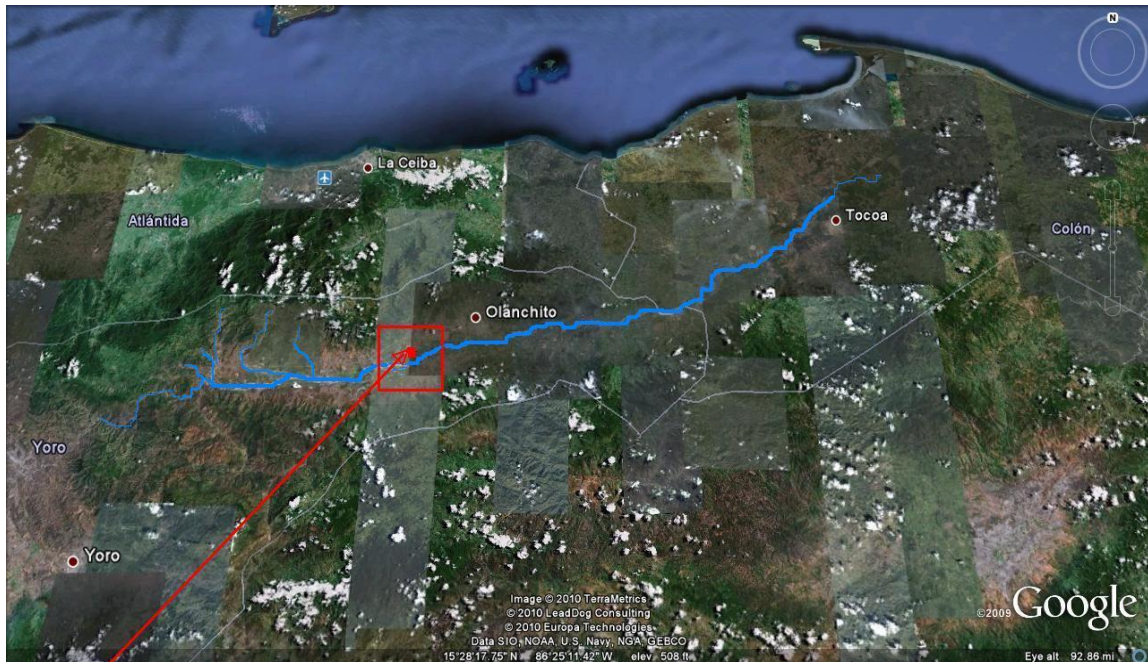


Figura 1. Curso del río Aguán en la costa norte de Honduras y ubicación del sitio de estudio en la planicie del río Aguán, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Fuente: Google Earth, modificación José Reyes.

2.2 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FÍSICA DE SUELOS

2.2.1 Caracterización del suelo con barreno hoffer

Inicialmente se realizó un muestreo para determinar tipo y grosor de la capa de sedimento depositado sobre el suelo durante el huracán Mitch. Se realizaron tres transectas perpendiculares al eje del río Aguán a 200 m de distancia entre ellas, cubriendo la zona de barbecho desde la ribera del río hacia la borda de protección y la plantación de banano de las fincas Palo Verde A, secciones ocho y nueve. Se realizaron 90 barrenaciones a una distancia comprendida entre los 50 y 100 m con lo que se hizo una caracterización de las propiedades físicas predominantes del suelo: profundidad de cada horizonte, textura, color, consistencia y evidencia de estructura.

2.2.2 Caracterización de perfiles de suelo en calicatas

Con los datos de barrenaciones y un análisis de las condiciones topográficas del área se procedió a seleccionar paisajes de diferentes relieves como diques naturales y basines de decantación entre el río y el suelo recuperado con plantaciones de banano. En la transecta posicional se caracterizaron 10 calicatas (figura 2) de $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ en las que se identificaron: Horizontes maestros, profundidad y límite entre cada uno, color (tabla Munsell), textura (al tacto en campo y Boyucos en laboratorio), estructura (tipo, grado y clase), consistencia en seco, húmedo y mojado, resistencia a la penetración de raíces con penetrómetro de bolsillo, porosidad, contenido de raíces y densidad aparente.



Figura 2. Ubicación del área de estudio y puntos de descripción de perfiles de suelo en la planicie aluvial del río Aguán, finca Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Fuente: Google Earth modificación José Reyes.

2.3 ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

Para el análisis químico se tomaron muestras de cada horizonte en cada calicata y se analizaron en el laboratorio (WHAL) de Standard Fruit S.A. Se determinó textura con el método de Boyoucos, materia orgánica (método Walkley Black), pH en agua en relación 1:1 y nutrientes macro (P, K, Ca, Mg y Na) y micro (Zn, Fe, Mn, Cu, B y S) (extraídos con solución Melich 3 y determinados por plasma).

2.4 USO DE LA TIERRA

Se determinó el manejo físico de los suelos. Se recolectó información acerca de las prácticas culturales realizadas en el suelo en los últimos 11 años. Esta zona actualmente es explotada con actividad ganadera. Además, en el área está creciendo un bosque secundario cuyas especies vegetales son descritas en este estudio. Con esta información se logró evaluar el efecto de la vegetación en el desarrollo evolutivo del suelo.

2.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se clasificaron los horizontes pedogenéticos desarrollados post huracán Mitch, tomando en cuenta los factores naturales y artificiales ocurridos en los últimos años y su influencia en la formación de suelo. Se determinó el efecto de tiempo y manejo del suelo en la transformación de sus características. Se determinó el contenido de materia orgánica y se comparó con los datos generados por Gauggel y Pocasangre (1998). También se determinó el cambio de estructura, desarrollo de raíces, poros, contenido de materia orgánica, relación Ca/Mg, Mg/K.

2.6 DISEÑO DEL MODELO EVOLUTIVO DE LOS SUELOS

No se aplicó un diseño experimental ya que no se trabajó con tratamientos ni unidades experimentales. Se hizo un estudio de perfiles de suelo en toposecuencia, estableciendo una transecta posicional en la que se determinó el grado de desarrollo del suelo, siguiendo un patrón de topografía plana y microtopografía ondulada entre diques naturales y basines de decantación. Esta es la metodología clásica usada en pedología de suelos en casos como este (Gauggel 1989).

Con el desarrollo de estructura del horizonte A, se determinó el grado de evolución del suelo con la fórmula: Formación de suelo = espesor del horizonte A/años transcurridos desde el depósito de sedimentos que provocó el huracán Mitch. Se determinó el ratio limo/arena promedio y se relacionó con la distancia desde río para determinar la intensidad o energía de descarga de sedimentos. Se diagramatizaron los perfiles descritos en la transecta posicional, ubicando la profundidad y espesor de los horizontes con diferentes texturas para determinar las zonas de descarga según la distancia desde el río.

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se aplicó un análisis de estadística descriptiva de los datos físicos y químicos de los suelos descritos en la secuencia topográfica (toposecuencia).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 COMPARACIÓN DEL CURSO DEL RÍO AGUÁN Y USO DE LA TIERRA

La trayectoria del río Aguán pre y post Mitch muestra los meandros y canales trezados, típicos de la planicie aluvial activa (figura 3). En 1,970, el cauce del río era distinto al de 2,002. Con esas imágenes se predice que el río cambiará de cauce si se presentan las condiciones propicias, y afectará de nuevo el área con inundaciones y sedimentos.

Al analizar las imágenes es claro que en la planicie no se puede implementar cultivos comerciales que requieran alta inversión, porque estarían sujetos a perderse. Las planicies aluviales son zonas en las que se desarrollan diferentes cultivos, pero este sitio tiene un alto riesgo de inundación constante por lo que tampoco se pueden permitir establecimientos humanos. Dada la cercanía de los cultivos de banano al área de estudio, es recomendable reforestar para proteger el cultivo actual de banano.

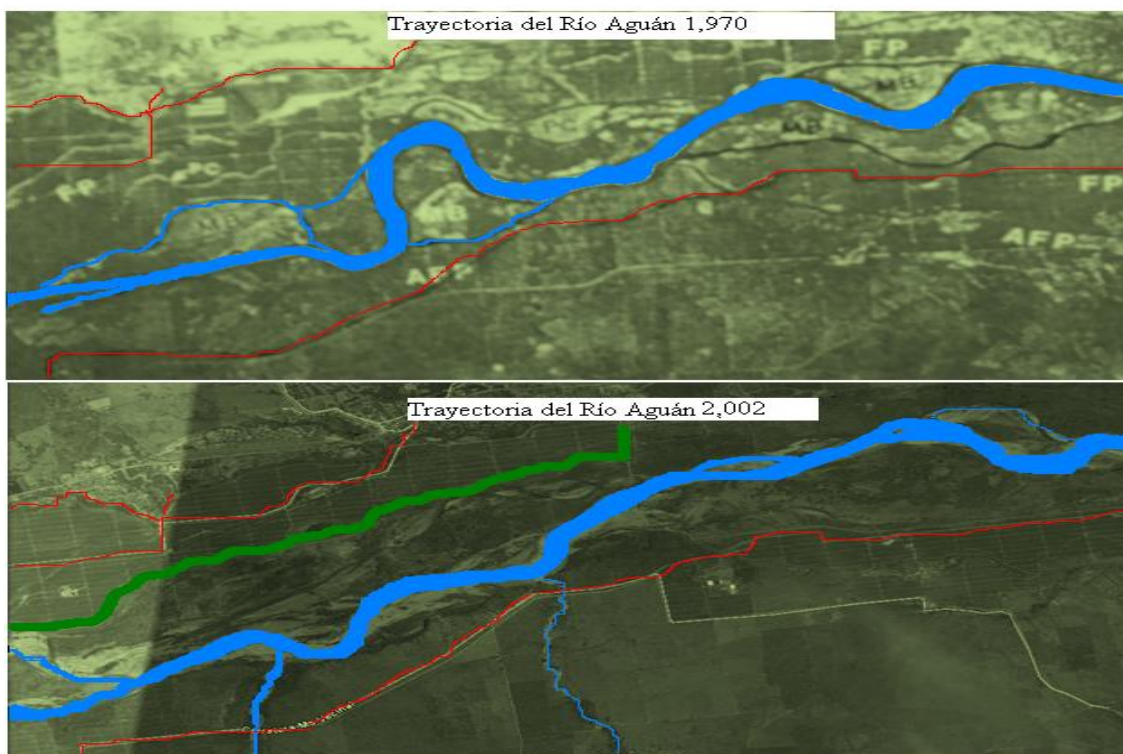


Figura 3. Trayectoria del río Aguán en 1,970 y 2,002 (líneas azules). Carreteras dentro de las fincas bananeras (líneas rojas) y borda de contención artificial (línea verde). Fuente (Martínez 1993), (Google Earth 2002) modificación José Reyes 2010.

3.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE SUELOS

3.2.1 Horizontes maestros

Predominan horizontes estratificados, típicos de ambientes aluviales activos y de alta energía de depositación. Se encuentran horizontes A, no típico ya que son horizontes no desarrollados totalmente y se nombran así, porque se presenta en la parte superficial del suelo (De la Rosa 2008). Dos horizontes Ap fueron encontrados en los perfiles nueve y diez y se debe al uso de maquinaria agrícola. El sitio de descripción del perfil nueve se mecanizó con tractores y se usa para producir maíz y sandía. Donde se describió el Perfil 10, se mecanizó el suelo post Mitch para recuperar el cultivo de banano.

En el subsuelo predomina el horizonte C con presencia de arena de todos los tamaños. Hubo horizontes de suelo viejo enterrados a profundidades variadas. La grava, se presentó con mayor incidencia cerca del río (figuras 4, 5 y 6) (Anexo 1). Esto se explica con la ley de Stokes, que afirma que las gravas y piedras requieren alta energía para depositarse seguidas por arena, limo y arcilla en su orden, (Arévalo y Gauggel 2008).

3.3 DISTRIBUCIÓN DE LAS TEXTURAS DE SUELO

En la cercanía al río predominan texturas gruesas sobre grava y francas arenosas. Textura gruesa (arenosa y franco arenosa) se encuentra hasta 1100 m del río (perfil nueve) donde se describe un horizonte franco arenoso entre los 20 y 58 cm. Esto muestra el efecto de la implementación de maquinaria y remoción de suelo para recuperar áreas agrícolas. (Anexo 1). La textura franca se presenta después del Perfil tres en el horizonte superficial del suelo (horizonte A). El suelo viejo sepultado, contiene texturas francas limosas y francas arcillosas livianas a mayor distancia desde el río (figuras 4, 5 y 6).

3.4 ESTRUCTURA DEL SUELO

En pocos casos se encontró un horizonte Bw que indique mayor grado de desarrollo de estructura en el subsuelo y desarrollo del suelo mismo. Después del Mitch la planicie aluvial del río Aguan estaba constituida por partículas de arena, limo y grava de todos los tamaños en profundidades mayores a 70 cm, lo que se nombró estrato de sedimentos (Gauggel y Pocasangre 1998). La descripción indica que en aquel momento no había evidencia de estructura en el suelo ya que eran sedimentos acumulados por las inundaciones que el huracán Mitch provocó.

Actualmente el desarrollo de estructura se presenta en horizontes superficiales, con estructura en bloques subangulares de todos los tamaños de grado débil. La formación de estructura se favorece por el contenido de raíces de todos los tamaños y por la materia orgánica aportada por las especies del bosque secundario que incrementa la actividad de organismos en el suelo. Además el sistema radicular de esas especies ayuda a la formación de agregados del suelo por lo que se tiene más desarrollo y formación de estructura con respecto a lo que quedó en 1998.

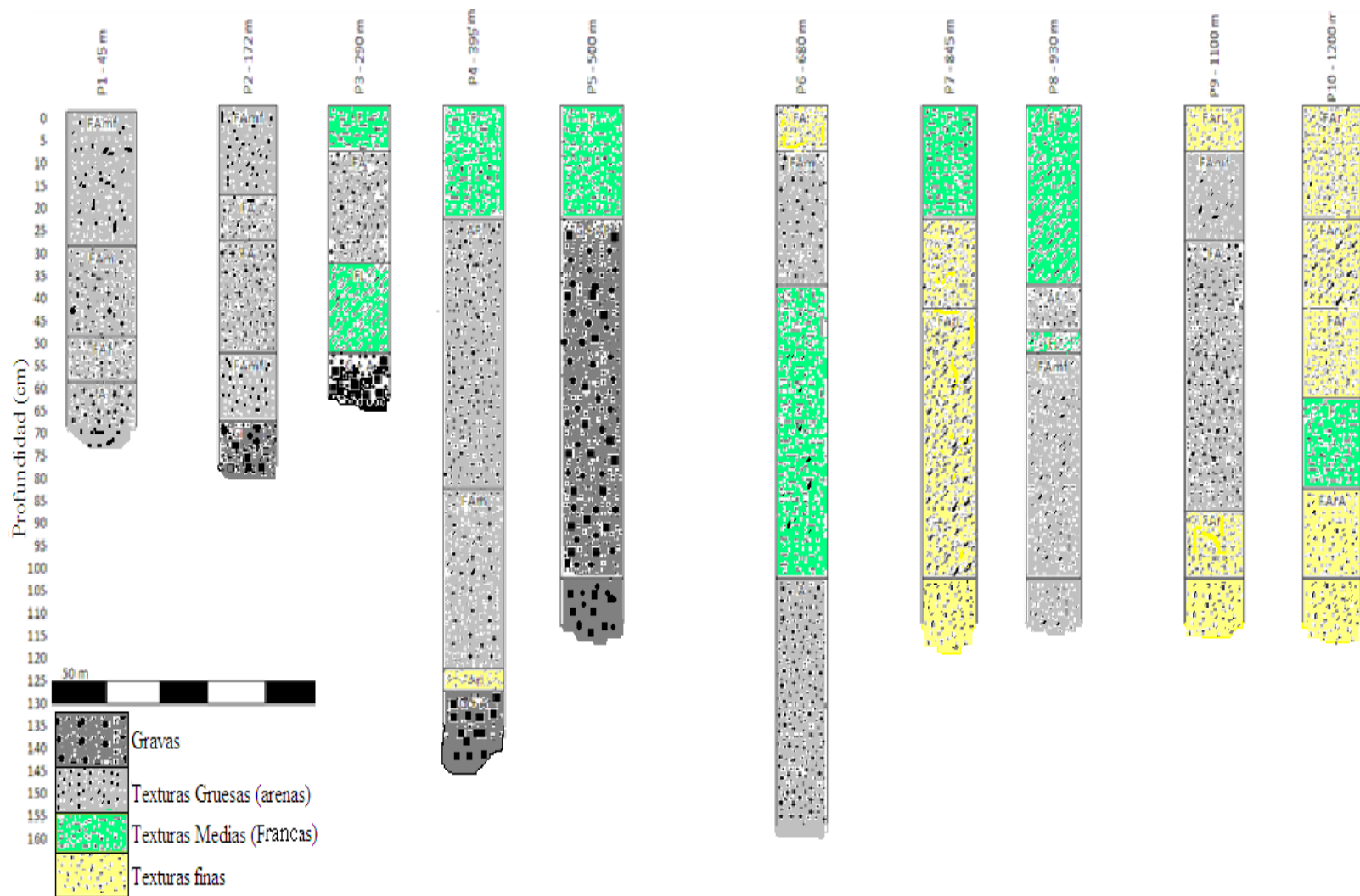


Figura 4. Representación morfológica y textural de los perfiles de suelo descritos en la planicie aluvial activa del río Aguán, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Distancia en metros en dirección perpendicular desde el eje central del río hacia el Norte.

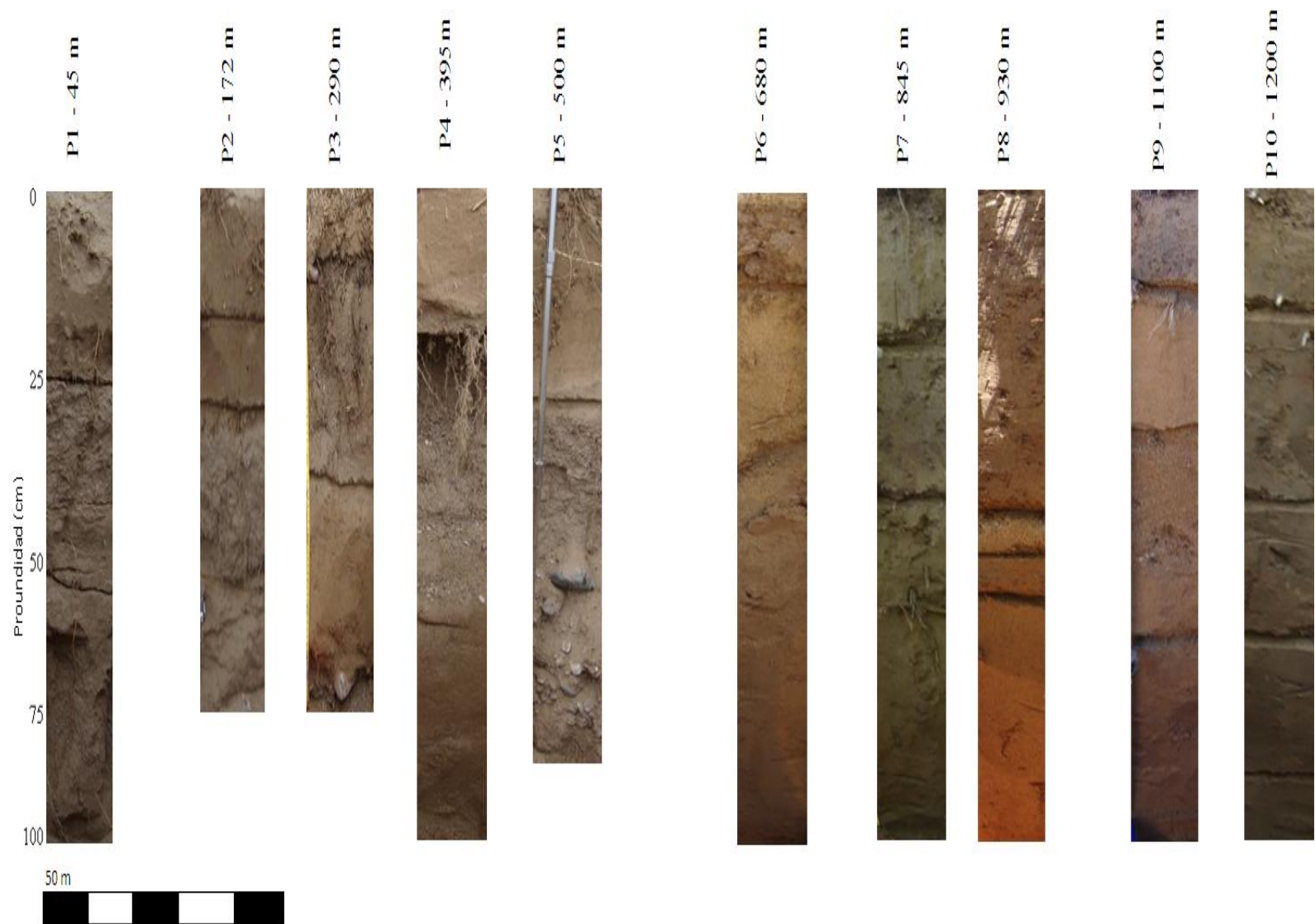


Figura 5. Secuencia de fotos de los perfiles de suelo descritos en la planicie aluvial activa del río Aguán, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Distancia en metros en dirección perpendicular desde el eje central del río hacia el Norte.

3.5 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SUELOS

Los análisis físicos muestran la profundidad y textura de cada horizonte expresada en porcentaje de arena, limo y arcilla. El suelo está constituido por altos porcentajes de arena en la mayoría de los perfiles descritos. El limo ocurre en menor cantidad en los perfiles cercanos al río y a mayor distancia ese porcentaje se incrementa. De igual forma los porcentajes de arcilla se van incrementando a mayor distancia del río y se encontró una mayor proporción de arcilla a partir del perfil seis donde se observa la presencia de horizontes con textura arcillosa liviana (Cuadro 1).

3.6 RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

La resistencia a la penetración de raíces en condiciones de humedad entre 40 y 50% mostró valores desde 0 a 3.2 kg/cm². Los valores bajos los explica la alta cantidad de arena existente en el suelo donde las raíces no tienen dificultad para penetrar. Los valores altos explican la presencia de horizontes que contienen capas compactadas de suelo viejo que fueron enterradas por las inundaciones provocadas por el huracán Mitch. Los valores altos también son explicados por los altos contenidos de arena cuarcítica de todos los tamaños encontrada en casi todos los perfiles de suelo.

3.7 DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente está influenciada por el tipo de partículas presentes en el suelo. Esta presenta valores desde 1.08 Mg/m³ hasta 1.6 Mg/m³ en el más alto y es un rango típico de suelos más arenosos. La densidad aparente muestra los contenidos o espacios porosos que existen para el proceso de intercambio gaseoso en el interior del suelo (Arévalo y Gauggel 2008), que se presentan en poros vesiculares finos y tubulares no conectados distribuidos en toda el área descrita.

3.8 RATIO LIMO/ARENA

El ratio limo/arena explica la cantidad de energía o fuerza que tiene un río para provocar una inundación (Gauggel C 1989), que en este caso fue provocada por el huracán Mitch. Con los ratios limo/arena y la distancia desde el río, se determinaron cuatro zonas de energía: alta energía: ratio limo /arena = 0.1, hasta 300 m, energía media: ratio limo/arena = 1.02 de 300 - 500 m, energía media-baja: ratio limo/arena = 1.25 de 500 a 800 m, baja energía (inundación): limo/arena = 6.6 de 800 a 1200 m.

La deposición de partículas de sedimento arena y limo también son explicadas por las corrientes trenzadas del río que durante el huracán se salieron de su cauce normal provocando una distribución anormal de partículas lo cual explica que partículas de mayor tamaño se depositaron donde las fuertes corrientes turbulentas tuvieron mayor impacto, a una distancia mayor del río en su condición actual (perfil cinco). Estos ratios contrastantes denotan la alta turbulencia que tuvo la inundación y explican la marcada estratificación y discontinuidad litológica encontradas en esa área. Los valores altos en el ratio limo/arena se encontraron después del perfil ocho.

Cuadro 1. Propiedades físicas de los suelos descritos en la planicie aluvial activa del río Aguán, sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Abril 2010.

Perfil	Horizonte	P. ¹ (cm)	Textura ²	%A	% L	%Ar	R. L/A ³	DAP ⁴ Mg/m ³	R.P ⁵ kg/cm ²	%H.
1	A	0-25	FAmf	55	29	16	0.52	1.3	1.5	50
	C	25-45	FAM	84	4	12	0.05	1.3	0.5	50
	C ₂	45-55	FAf	75	13	12	0.17	1.3	0.7	46
2	A ₁	0-16	FAmf	78	7	14	0.09	1.4	0.9	47
	A ₂	16-26	FA	80	8	13	0.09	1.4	1.6	47
	C/B	26-50	FA	76	12	12	0.15	1.3	0.3	48
3	A	0-8	F	31	47	22	1.51	1.3	1.5	50
	C	88-32	FA	83	5	13	0.06	1.5	0.5	42
	C ₂	32-55	FL	24	53	23	2.26	1.3	3.2	49
4	A	0-20	F	42	40	18	0.97	1.4	1.6	48
	C	80-120	FAM	80	7	13	0.09	1.3	0.0	48
5	A	0-20	F	37	40	23	1.07	1.3	1.7	50
6	A	0-10	FAR	24	43	33	1.79	1.2	2.0	53
	C	10-36	FAM	81	6	13	0.07	1.3	0.4	52
	Ab	36-100	F	42	32	26	0.75	1.6	1.4	40

¹ P. = Profundidad; ²Textura F = Franco; FAmf = Franco Arenoso muy fino; FAM = Franco Arenoso medio; FA = Franco Arenoso; FAf = Franco Arenoso fino; FL= Franco Limoso; FAR = Franco Arcilloso; ³ R. L/A = Ratio Limo/Arena; ⁴DAP = Densidad Aparente; ⁵R. P = Resistencia a la penetración; %H = Humedad.

Cuadro 1. Continuación. Propiedades físicas de los suelos descritos en la planicie aluvial activa del río Aguán, sección nueve fincas Palo Verde A, zona Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Abril 2010.

Perfil	Horizonte	P. ¹ (cm)	Textura ²	%A	% L	%Ar	R. L/A ³	DAP ⁴ Mg/m ³	R.P ⁵ kg/cm ²	%H
7	A	0-20	F	47	33	20	0.7	1.3	0.8	49
	A ₂	20-40	FAr	26	44	30	1.7	1.5	2.7	44
	C/Bw	40-120	FArL	55	25	20	0.4	1.4	3.1	43
8	A	0-35	FL	4	51	44	11.4	1.4	3.2	45
	2Ab	45-50	F	50	29	21	0.6	1.5	3.0	41
	2C ₂	50-100	FAmf	61	22	17	0.4	1.5	2.4	43
9	Ap	0-10	FArL	8	56	36	6.8	1.1	1.4	58
	CB	10-25	FAmf	65	19	16	0.3	1.4	1.5	57
	C	25-58	FA	81	7	13	0.1	1.4	0.6	53
	2Ab	58-100	FAr	34	37	29	1.1	1.3	1.4	49
10	Ap	0-18	FAr	26	46	27	1.8	1.4	1.8	48
	Bw	18-40	FArL	19	51	30	2.6	1.3	1.7	49
	Bw ₂	40-60	FAr	25	47	28	1.9	1.2	2.3	50
	Bw ₃	60-82	F	40	36	24	0.9	1.3	2.3	49
	C	82-100	FArA	56	24	20	0.4	1.3	1.7	47

¹ P. = Profundidad; ²Textura F = Franco; FAmf = Franco Arenoso muy fino; FAm = Franco Arenoso medio; FA = Franco Arenoso; FAF = Franco Arenoso fino; FL= Franco Limoso; FAr = Franco Arcilloso; ³ R. L/A = Ratio Limo/Arena; ⁴DAP = Densidad Aparente; ⁵R. P = Resistencia a la penetración; %H = Humedad.

3.9 BASES INTERCAMBIABLES

Los análisis químicos muestran una alta concentración de calcio en el suelo ya que la saturación con calcio es de 83% mayor a lo que debería tener un suelo en su rango normal (60 y 80%). En noviembre de 1998 se determinó que la saturación de calcio estaba en 40% (Gauggel y Pocasangre 1998), lo que indica que en los últimos 11.5 años, el porcentaje de saturación de calcio ha incrementado 43% y proviene de carbonatos de calcio libre en el suelo.

La saturación de magnesio es baja con respecto al rango normal del suelo que debe estar entre 15 y 20%. El suelo tiene contenidos bajos de magnesio ya que contiene una saturación de 11.3%, mostrando muy poco cambio con respecto a los datos de 1998 donde se muestra que la saturación de magnesio estaba en 11%. Esta comparación indica que el incremento en el porcentaje de saturación de magnesio ha sido muy bajo logrando solamente un 0.3% de incremento en más de 11 años.

La saturación de potasio da un valor de 3.4% y se encuentra dentro del rango bajo ya que se espera que en un rango normal el suelo tenga un 7% de saturación de potasio.

La saturación de sodio está en 2.3% el cual es un rango óptimo y aceptable para cualquier cultivo, porque en un suelo normal se espera que el porcentaje de sodio intercambiable sea menor al 7% y entre más bajo esté es mejor para el desarrollo de los cultivos y para la formación de estructura del suelo.

3.10 REACCIÓN DEL SUELO Y RANGO DE pH

El pH del suelo estuvo en rangos de 7.03 hasta 8.67. Estos rangos de pH que en su mayoría anduvieron por arriba de 8 se pueden relacionar con el alto contenido de Ca en el suelo y puede ser que el calcio contenido en el suelo continua en la forma de carbonatos de calcio como lo describieron Gauggel y Pocasangre (1998). El calcio del suelo al estar contenido en forma de carbonato de calcio, actúa como una base y explica el pH alcalino observado en el suelo y el incremento de Ca intercambiable en el mismo.

3.11 MATERIA ORGÁNICA

Los horizontes superficiales, han tenido mayor ganancia de materia orgánica. La materia orgánica se mantiene en rangos menores a lo normal los cuales deben estar entre 3 y 5%. En estudios posteriores al huracán Mitch el contenido de materia orgánica era < 1% (Gauggel y Pocasangre 1998). Los valores más bajos se encuentran en los suelos más cercanos al río, y disminuye con la profundidad, además se relacionan con la baja capacidad de intercambio catiónico del suelo. El rango más bajo de materia orgánica en el horizonte A (capa superficial del suelo) es de 0.2% en perfiles cercano al río, a mayor distancia del río el contenido de materia orgánica sube hasta 2.69%. Esto beneficia la actividad de organismos y la regeneración del suelo. Esta ganancia de materia orgánica es influenciada por la presencia de especies vegetales como sauce *Salix babylonica*, carbón *Mimosa tenuiflora* y campanilla *Ipomoea nil*, que son especies predominantes del bosque secundario (Agudelo 1999).

Cuadro 2. Análisis químico de suelos de la planicie aluvial activa del río Aguan, Sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Abril 2010.

Perfil	Horizonte	P. ¹ (cm)	pH	CE ² dS/m	MO ³ %	Cmol/kg					Relaciones		%Saturación			
						Ca	Mg	K	Na	CICe ⁴	Ca/Mg	Mg/K	Ca	Mg	K	Na
1	A	0-25	7.7	0.2	0.4	7.7	0.7	0.2	0.1	8.7	10.4	5	89	9	2	1
	C	25-45	8.1	0.1	0.1	2.9	0.4	0.1	0.1	3.5	7.5	4	85	11	3	1
	C ₂	45-55	8.2	0.1	0.1	4.3	0.4	0.1	0.1	4.8	10.7	6	89	8	2	1
	2C	55-100	8.2	0.1	0.0	2.6	0.4	0.1	0.1	3.2	6.8	4	82	12	3	3
2	A	0-16	8.1	0.1	0.2	2.8	0.3	0.2	0.1	3.3	9.2	2	84	9	6	2
	A ₂	16-26	8.2	0.2	0.2	3.8	0.4	0.1	0.1	4.5	8.7	4	86	10	2	2
	C/B	26-50x	8.2	0.2	0.4	5.0	0.5	0.1	0.1	5.7	10.5	6	89	9	1	1
3	A	0-8	8.0	0.3	0.6	8.3	0.7	0.3	0.1	9.3	11.8	3	89	8	3	1
	C	8-32	8.2	0.1	0.1	1.4	0.2	0.1	0.0	1.7	6.4	2	79	12	6	2
	C ₂	32-55x	8.0	0.3	1.2	9.6	1.2	0.1	0.2	11.0	8.4	10	87	10	1	2
4	A	0-20	8.2	0.2	0.3	5.3	0.5	0.1	0.1	6.0	10.4	5	89	9	2	1
	C	80-120	8.1	0.2	0.1	3.0	0.5	0.1	0.1	3.7	6.0	5	82	14	3	2
5	C	0-20	8.1	0.3	0.8	9.4	0.9	0.1	0.2	10.6	10.6	7	89	8	1	2
6	A	0-10	7.8	1.1	2.6	11.2	1.5	0.4	0.4	13.5	7.3	4	83	11	3	3
	C	10-36	8.1	0.3	0.2	2.6	0.4	0.2	0.1	3.2	7.3	2	81	11	5	3
	Ab	36-100	8.7	0.7	0.4	12.3	3.4	0.1	0.7	16.5	3.6	28	75	21	1	4

¹ P. = Profundidad

² CE = Conductividad eléctrica.

³ MO = Materia Orgánica.

⁴ CICe = Capacidad de intercambio catiónico efectiva.

Cuadro 2. Continuación; Análisis químico de suelos caracterizados en la planicie aluvial activa del río Aguan, Sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Abril 2010.

Perfil	Horizonte	P. ¹ (cm)	pH	CE ²	MO ³	Cmol/kg					Relaciones		%Saturación			
				dS/m	%	Ca	Mg	K	Na	CICe ⁴	Ca/Mg	Mg/K	Ca	Mg	K	Na
7	A	0-20	7.9	0.3	0.8	4.6	0.8	0.9	0.1	6.3	6.1	1	73	12	15	1
	A ₂	20-40	7.9	0.5	1.1	7.3	0.9	0.6	0.1	8.8	8.3	2	83	10	7	1
	C/Bw	40-100	7.9	0.7	0.3	4.6	0.6	0.2	0.1	5.5	7.5	3	83	11	3	2
8	A	0-35	7.9	0.9	2.6	9.8	1.6	1.3	0.2	12.9	6.1	1	76	13	10	1
	2Ab	45-50	8.3	0.3	0.4	5.0	0.8	0.2	0.2	6.2	6.3	5	81	13	3	4
	2C ₂	50-100x	8.3	0.2	0.4	4.7	0.8	0.1	0.2	5.8	5.8	6	80	14	2	4
9	A	0-10	7.7	1.5	2.7	11.2	1.5	0.3	0.2	13.1	7.7	5	86	11	2	1
	CB	10-25	8.0	0.3	0.2	3.9	0.5	0.2	0.1	4.6	7.4	3	84	11	4	1
	2C	25-58	8.1	0.5	0.1	2.4	0.3	0.1	0.1	2.9	8.0	3	82	10	4	4
	2Ab	58-100x	8.1	2.2	0.8	12.4	1.3	0.1	1.0	14.8	9.7	10	84	9	1	7
10	A	0-18	7.2	0.7	1.1	6.9	1.1	0.2	0.3	8.5	6.2	7	81	13	2	4
	Bw	18-40	7.0	0.5	1.0	6.7	1.0	0.2	0.2	8.1	6.7	6	83	12	2	3
	Bw ₂	40-60	7.4	0.4	0.9	6.0	0.9	0.2	0.2	7.3	6.4	5	82	13	3	3
	Bw ₃	60-82	7.5	0.3	0.6	6.0	1.0	0.2	0.2	7.5	6.0	4	80	13	3	3
	C	82-100x	7.5	0.2	0.2	3.4	0.7	0.2	0.2	4.4	5.2	4	78	15	4	4

¹P. = Profundidad.

²CE = Conductividad eléctrica.

³MO = Materia Orgánica.

⁴CICe = Capacidad de intercambio catiónico efectiva.

3.12 FÓSFORO

El contenido de fósforo en el suelo en general es bajo < 30 mg/kg de suelo. Estos valores de fósforo son más altos en los horizontes A, lo cual indica su íntima asociación del elemento a la materia orgánica. En el suelo dedicado al cultivo de banano (perfil 10), este elemento alcanza niveles más elevados > 30 mg/kg de suelo.

3.13 MICRONUTRIENTES

El hierro y el manganeso en el suelo están entre los rangos normales. El primero con contenidos muy bien distribuidos en todos los perfiles descritos, con mayor proporción de este elemento en el horizonte A. El manganeso tiene comportamiento similar al hierro y de igual forma se distribuye en toda el área, teniendo mayor presencia en la capa superficial. El contenido de zinc está bajo y se puede relacionar con el bajo contenido de materia orgánica en el suelo (cuadro 3). El boro está muy bajo ya que su contenido es < 1 mg/kg de suelo en todos los perfiles descritos. El azufre, al igual que el boro, está en un rango bajo y en promedio alcanza hasta 21 mg/kg de suelo. Exceptuando el hierro y el manganeso, todos los micronutrientes se incrementan con la presencia de materia orgánica en el suelo.

El contenido de cobre promedio está en 12 mg/kg de suelo en el área de barbecho, se observa incrementos en el contenido de cobre en el perfil 10. Este incremento puede ser explicado por la intervención que el hombre ha tenido en esa área. El perfil 10 fue estudiado dentro de la plantación de banano lo que indica que los contenidos de nutrientes y micronutrientes que se encuentren en este perfil está relacionado con los programas de fertilización y con las aplicaciones de pesticidas contra Sigatoka Negra que han sido implementadas o realizadas dentro del cultivo banano.

Cuadro 3. Análisis químico contenido de Fósforo y micronutrientes en los perfiles de suelo caracterizados en la planicie aluvial activa del río Aguán, Sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Abril 2010.

Perfil	Horizonte	P. ¹ (cm)	mg/kg						
			P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
1	A	0-25	11	3	197	145	4	0.08	7
	C	25-45	7	1	121	53	2	0.06	4
	C ₂	45-55	7	1	139	57	1	0.06	3
	2C ₂	55-100	7	1	111	48	2	0.05	3
2	A	0-16	10	1	120	55	1	0.04	3
	A ₂	16-26	12	1	138	67	1	0.06	8
	C/B	26-50x	7	1	162	86	2	0.09	6
3	A	0-8	28	4	353	85	3	0.14	9
	C	8-32	9	1	81	27	1	0.04	3
	C ₂	32-55x	7	1	292	189	5	0.15	18
4	A	0-20	9	1	259	63	2	0.09	8
	C	80-120	10	1	123	49	1	0.04	6
5	C	0-20	8	1	299	121	5	0.10	14
6	A	0-10	10	2	422	116	9	0.21	81
	C	10-36	8	3	129	55	2	0.09	11
	Ab	36-100	8	1	148	134	3	0.20	38

¹P. = Profundidad

Cuadro 3. Continuación; Análisis químico contenido de Fósforo y micronutrientes en los perfiles de suelo caracterizados en la planicie aluvial activa del río Aguán, Sección nueve, fincas Palo Verde A, Coyoles, Olanchito, Yoro, Honduras. Abril 2010.

Perfil	Horizonte	P. ¹ (cm)	mg/kg						
			P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
7	A	0-20	32	5	164	92	11	0.31	5
	A ₂	20-40	35	5	233	160	29	0.26	8
	C/Bw	40-120	14	2	128	107	9	0.13	25
8	A	0-35	39	4	433	117	14	0.18	52
	2Ab	35-50	10	1	562	171	3	0.08	13
	2C ₂	50-100	12	1	245	101	3	0.09	8
9	A	0-10	12	3	377	193	6	0.14	38
	CB	10-25	10	1	387	65	4	0.07	9
	2C	25-58	8	1	425	34	2	0.06	17
	2Ab	58-100	7	3	171	151	35	0.10	158
10	A	0-18	37	14	233	130	80	0.12	49
	Bw	18-40	38	15	218	121	79	0.11	32
	Bw ₂	40-60	28	6	226	116	58	0.12	14
	Bw ₃	60-82	23	2	247	121	7	0.10	10
	C	82-100	13	1	105	89	2	0.07	6

¹P. = Profundidad

3.14 MODELO DE EVOLUTIVO DE LOS SUELO

La profundidad promedio del horizonte A en todos los perfiles fue 18.4 cm. En todos los casos, la estructura de este horizonte mostró desarrollo, por lo que se determinó que el proceso de evolución del suelo tiene una tasa de regeneración promedio de 1.66 cm/año. Al separar las áreas según clases texturales, los tres primeros perfiles cercanos al río, con textura franco arenosa muy fina, tienen una tasa de regeneración de 1.41 cm/año. Los dos siguientes perfiles (4 y 5) más lejos del río con textura franca, presentan una tasa de regeneración de 1.71 cm/año. Los perfiles 6 y 7 tienen una regeneración de 1.31 cm/año y los últimos tres perfiles de textura más fina y ubicada entre 800 y 1200 m al norte del río Aguán presentan una regeneración de 1.83 cm/año (figura 6).

La tasa de regeneración de suelo corresponde a la fase lenta de formación de estructura del horizonte A que ocurre en los primeros 10 años de formación del suelo (Malangón *et al.* 1995) (anexos 2 y 3). Los mismos autores reportan que los horizontes A se forman de manera gradual a medida que los factores formadores del suelo determinen procesos que conduzcan a incrementar el contenido de materiales orgánicos, y se espera que a medida que aumente la materia orgánica el grado de espesor del horizonte A sea mayor y más rápida la estabilización de la estructura del suelo. Para este estudio el desarrollo de los suelos corresponden al desarrollo de un suelo del orden Entisol en los perfiles uno a ocho e Inceptisoles en los perfiles nueve y diez debido al desarrollo del horizonte Bw.

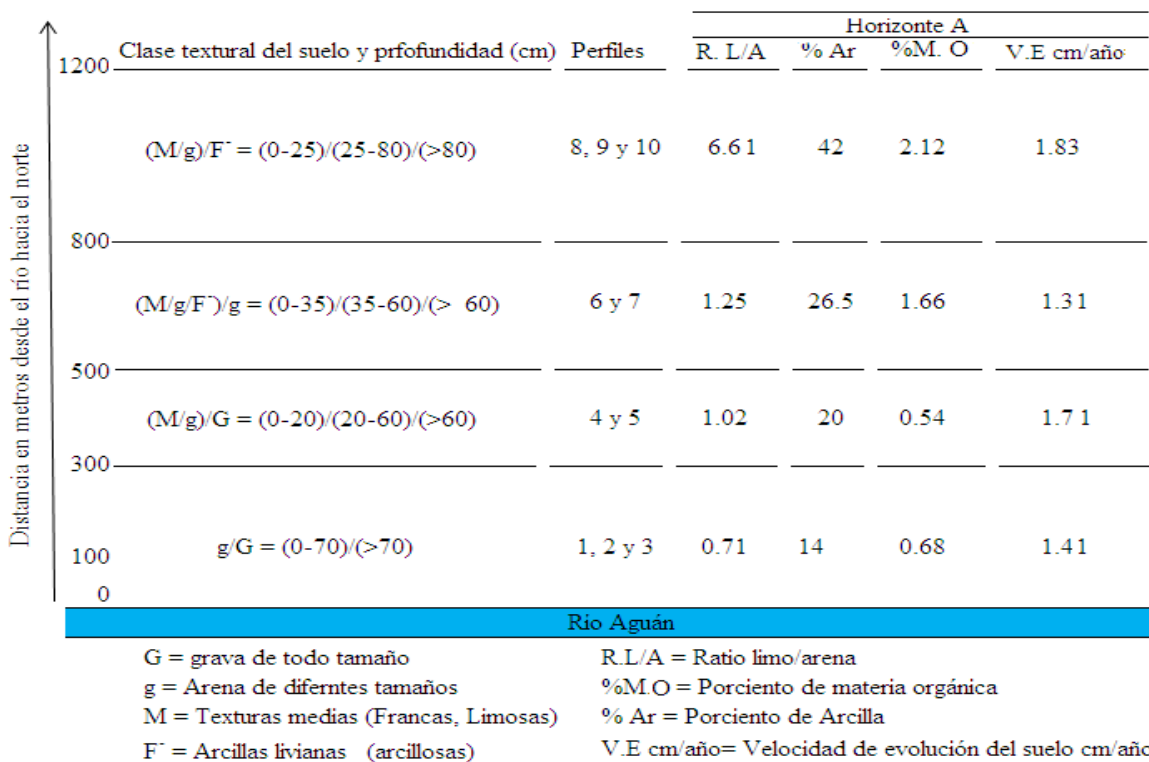


Figura 6. Modelo de distribución textural y regeneración del suelo en la planicie aluvial activa del río Aguán Coyoles, Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras. Dirección perpendicular y distancia (m) hacia el Norte del río.

4. CONCLUSIONES

- Según el modelo determinado existen cuatro zonas de energía de depositación de sedimentos: alta energía ratio limo /arena = 0.1, hasta 300 m de distancia desde el río, energía media ratio limo/arena = 1.02 entre 300 y 500 m, energía media-baja ratio limo/arena = 1.25 de 500 a 800 m, zona de baja energía (inundación) ratio limo/arena = 6.6 de 800 a 1200 m.
- La evolución promedio del suelo es de 1.66 cm/año y no hay un efecto evidente del contenido de arcilla y materia orgánica en relación a la velocidad de evolución de suelo.
- La variación textural es definida por la distancia desde el río: hasta 300 m dominan las texturas gruesas, texturas medias entre 300 y 800 m y las finas a más de 800 m.
- Por su ubicación en zonas aluviales, la alta energía del río genera frecuentes depósitos de sedimentos gruesos con un grado de evolución lento y corresponden a Entisoles, y en la zona de menor energía de depositación son más evolucionados a Inceptisoles.

5. RECOMENDACIONES

- No establecer ningún tipo de cultivo permanente que requiera alta inversión, ni permitir asentamientos de poblaciones humanas.
- Propagar las especies de sauce existentes en el área con bambú *Bambusa tulda*, caoba del pacífico *Swietenia humilis*, guayacán *Guaiacum sanctum* y palillo *Rehdera trinervis* que sirvan como barrera biológica para proteger de inundaciones, reducir el impacto de sedimento en las plantaciones de banano ya establecidas y generar ingresos económicos para la empresa.
- Establecer una rotación con cultivos fijadores de nitrógeno (leguminosas de ciclo corto) que aporten nitrógeno y materia orgánica al suelo, para mejorar las propiedades morfológicas físicas y químicas del suelo y ayudar a establecer rápidamente las especies maderables.

6. LITERATURA CITADA

Agudelo, N. 1999. Propuesta de restauración de algunas riberas y tierras afectadas por la tormenta tropical Mitch en el valle del Río Aguán. Proyecto especial de silvicultura para Standard Fruit S.A. 6 p.

Arévalo, G., y C. Gauggel. 2008. Manual de laboratorios de ciencia de suelos y aguas. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. p 19.

Buol, S.W., F.D. Hole y R.J. McCracken 1981. Génesis y Clasificación de Suelos Ediciones (S.L.) Trillas. p 3 y 125.

Castellanos Oseguera, M. 2003. Efecto de la salud y calidad de suelos sobre la producción de plátano (Musa AAB) var. Curraré enano en la finca La Pita, Casa Quemada, San Pedro Sula, Honduras. Proyecto de graduación. Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. p 57.

De la Rosa, D. 2008. Evaluación agro-ecológica para el desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi Prensa p 53.

Gauggel, C. 1989. Characterization of soil with fragipan horizons in mayor parent materials of Mississippi. A dissertation submitted to the faculty of Mississippi State University partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in the Department of agronomy. Mississippi State University 218 p.

Gauggel, C. y H. Pocasangre. 1998. Detailed soil survey final report of flooded areas of the Aguan river banana farm, Honduras, during hurricane. Special proyect No 0401-001-0284. Documento interno de trabajo del departamento de investigación agrícola de Standard Fruit S.A. Honduras 12 p.

Lopez Aguilar, J. 2003. Caracterización de suelos de la Zamo-empresa de Cultivos Extensivos en el Valle de El Zamorano, Honduras. Proyecto de graduación. Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. p 5.

Malangón, C. D., R.C. Pulido, R.RD. Llinás, B.C. Chamorro y L.J. Fernández. 1995. Suelos de Colombia, origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto geográfico Agustín Codazzi, subdivisión agrológica Colombia. 632 p.

Martínez Cabrera, F.J. 1993. Soil and geomorphology of the Upper – Aguan Valley, Honduras. A dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in the partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy, University of Florida p 9.

Moreno, C. 1986. Levantamientos agrológicos. Ediciones Trillas. p 23.

Porta, C.J., R.M. López-Acevedo y C. Roquero. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente 3ra edición Ediciones Mundi Prensa. p 37-59.

7. ANEXOS

Anexo 1. Descripción Morfológica y Física de perfiles de suelo de la planicie aluvial activa del río Aguán Sección nueve, finca Palo Verde A zona coyoles departamento de Yoro, Honduras.

Perfil uno ubicado a 45 m al Norte del río Aguán 10 m al oeste del camino hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534340.8691; Y = 1705128.099

A 0 – 25 cm. Pardo amarillento (10YR 5/4); franco arenoso muy fino; bloques sub angulares de todos tamaños débiles; friable; poros vesiculares finos pocos; raíces medianas y finas de todos los tamaños; límite abrupto y ondulado.

C 25 - 45 cm. Pardo grisáceo claro a pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); franco arenoso medio; masivo; muy friable; poros intergranulares abundantes; raíces medianas y finas frecuentes; límite abrupto y ondulado.

C₂ 45 - 55 cm. Pardo amarillento (10YR 5/4); franco arenoso fino; grano simple; suelto poros vesiculares pocos intergranulares finos frecuentes; raíces medianas y finas pocas; límite abrupto y ondulado.

C₃ 55 - x cm. Arena de todos los tamaños con estructura masiva.

Perfil dos ubicado a 172 m al Norte del río Aguán 40 m al este del camino hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534312.4599; Y = 1705252.005.

A 0 - 16 cm. Pardo (10YR 5/3); franco arenoso muy fino; bloques sub angulares gruesos medios y finos débiles; consistencia muy friable; poros vesiculares finos comunes; raíces medianas pocas y finas frecuentes; límite abrupto y plano.

A₂ 16 - 26 cm. Pardo oliva claro (2.5Y5/4); franco arenoso; bloques sub angulares medianos y finos abundantes y débiles; muy friable; poros vesiculares finos pocos; raíces finas ocasionales; límite abrupto y plano.

C/B 26 - 50 cm. De pardo grisáceo a pardo olivo claro (2.5Y 5/3); franco arenoso (con mucha mica); bloques sub angulares medianos y finos débiles se ve cierto desarrollo estructural (Bw) hay forma y tamaño de agregados; muy friable; Poros vesiculares finos frecuentes; raíces abundantes finas; límite abrupto y ondulado.

2Cb 50 - 72 cm. Pardo amarillento (10YR 5/4); motas amarillo marrón (10YR6/6) franco arenoso muy fino; láminas gruesas y muy gruesas; friable; poros vesiculares finos ocasionales; raíces muy finas abundantes; límite abrupto y ondulado.

3C 72 – x cm. Estrato de arena y grava de todos los tamaños abundante. La grava tiene forma angular por lo que se determina como una grava proveniente de de sitios muy cercanos al sitio donde está depositada.

Perfil tres ubicado a 290 m al Norte del río Aguán 10 m al oeste del camino hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 5343389.024; Y = 1705354.986.

A 0 - 8 cm. Pardo olivo (2.5Y 4/4); franco; bloques sub angulares medianos y finos débiles; muy friable; poros vesiculares finos frecuentes; raíces; medianas y finas abundantes; límite: abrupto y plano.

C 8 - 32 cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4); franco arenoso; bloques sub angulares medianos y finos débiles; muy friable; poros vesiculares finos frecuentes; raíces medianas y finas abundantes; límite abrupto y plano.

C₂ 32 - 55 cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4) con motas amarillo rojizo (7.5YR 6/6); franco limoso; láminas medianas y gruesas débiles; friable; poros vesiculares finos ocasionales; raíces finas pocas; límite abrupto y ondulado.

C₃ 55 – x cm. Manto de grava y arena de todos los tamaños grava es angular es proveniente de Lugares cercanos al sitio donde se encuentra depositada.

Perfil cuatro ubicado a 395 m al Norte del río Aguán 15 m al este del camino que va hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534440.7266; Y = 1705451.928.

A 0 - 20 cm. Pardo amarillento claro (10YR 4/4); franco; bloques sub angulares de todos tamaños débiles; friables; poros vesiculares finos ocasionales; raíces medianas y finas frecuentes; límite abrupto y ondulado.

2C 20 - 80 cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4); arena franca con grava de todos los tamaños; masiva; muy friable; poros intergranulares finos abundantes; raíces finas abundantes; límite abrupto y ondulado.

3Ab 80 - 120 cm. Pardo grisáceo a pardo olivo claro (2.5Y 5/3); franco arenoso medio; bloques sub angulares medios y finos débiles; muy friable; poros vesiculares finos abundantes; raíces sin presencia de raíces; límite: abrupto y plano.

3C 120 - 125 cm. Pardo grisáceo oscuro a pardo olivo (2.5Y 4/3); franco arcillo limoso menos; bloques sub angulares finos y débiles; friable; poros vesiculares finos pocos; raíces medianas y finas ocasionales; límite abrupto y plano.

4C 125 – x cm. estrato de grava y arena.

Perfil cinco ubicado a 500 m al Norte del río Aguán 28 m al este del camino que va hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534416.6464; Y = 1705541.305.

A 0 - 20 cm. Pardo grisáceo claro a pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); franco, con presencia de un lente de 2 cm de grosor café oscuro (7.5YR 3/4) bloques sub angulares medianos y finos débiles; friable; poros: vesiculares finos comunes; raíces medianas y finas pocas; límite abrupto y plano.

2Cb 20 – 100 x cm. Pardo amarillento (10YR 5/4); arena franca de todos los tamaños con grava abundante; muy friable; poros: intergranulares finos frecuentes; raíces finas ocasionales.

Perfil seis ubicado a 680 m al Norte del río Aguán 18 m al oeste del camino que va hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534361.0712; Y = 1705604.247.

A 0 - 10 cm. De pardo amarillento (10YR 5/4); franco arcillo; bloques sub angulares medianos y finos abundantes y débiles; friable; poros tubulares pocos y vesiculares finos abundantes; raíces medianas y finas ocasionales; límite abrupto y ondulado

C 10 - 36 cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4); franco arenoso medio; bloques sub angulares finos débiles; muy friable; poros vesiculares finos ocasionales; raíces finas ocasionales; límite abrupto y ondulado.

Ab 36 - 100 cm. Pardo amarillento (10YR 5/4); franco; bloques sub angulares medianos y finos débiles; friable; poros tubulares no conectados muy pocos vesiculares abundantes; raíces de todos los tamaños ocasionales; límite abrupto y plano.

2C 100 - 170 cm. Estrato arenosos muy fino saturado

Perfil siete ubicado a 845 m al Norte del río Aguán 35 m al oeste de la calle que va hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534312.2346; Y = 1705703.603.

A 0 - 20 cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4); franco; bloques sub angulares finos débiles; muy friable; poros vesiculares finos frecuentes; raíces gruesas pocas medianas y finas abundantes; límite abrupto y plano.

A₂ 20 - 40 cm. Pardo amarillento oscuro (10YR 4/6); franco arcilloso; bloques sub angulares medianos y finos débiles; friable; poros vesiculares finos abundantes; raíces medianas y finas abundantes; límite abrupto y plano.

CB 40 - 100 x cm. Pardo amarillento (10YR 5/6); franco arcillo limoso; laminar gruesa y medias débiles; moderadamente firme; poros vesiculares finos ocasionales pocos; raíces de todos los tamaños ocasionales.

Perfil ocho ubicado a 930 m al Norte del río Aguán 20 m al este del camino que va hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534320.9819; Y = 1705844.067.

A 0 - 35 cm. Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); franco limoso; bloques sub angulares medianos y finos débiles; friable; poros tubulares pocos no conectados y vesiculares finos frecuentes; raíces de todos los tamaños ocasionales; límite abrupto y plano.

C 35 - 45 cm. Pardo amarillento (10YR 5/4); arena franca media con mantos de grava de todos los tamaños; muy friable; poros vesiculares finos ocasionales; raíces finas ocasionales; límite abrupto y ondulado.

3Ab 45 - 50 cm. Pardo olivo (2.5Y 4/4); franco; bloques sub angulares gruesos pocos medianos y finos abundantes y débiles; friable; poros tubulares pocos no conectados y vesiculares finos frecuentes; raíces finas ocasionales; límite abrupto y ondulado.

2C₂ 50 - 100 x cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4); franco arenoso muy fino; bloques sub angulares medios y finos débiles, también presencia de laminas medias débiles; muy friable; poros vesiculares finos ocasionales; raíces finas ocasionales.

Perfil nueve ubicado 1,100 m al Norte del río Aguán 150 m al oeste del camino que va hacia la Sección nueve de la Finca Palo Verde A. Coordenadas X = 534175.9263; Y = 1705892.085.

Ap 0 - 10 cm. Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4); franco arcillo limoso; bloques sub angulares de todos tamaños débiles; friable; poros vesiculares finos frecuentes; raíces medianas y finas frecuentes; límite abrupto y plano.

CB 10 - 25 cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4); franco arenoso muy fino con grava ocasional; bloques sub angulares medianos y finos muy débiles casi masiva; muy friable; poros intergranulares finos abundantes; raíces medianas y finas ocasionales; límite abrupto y ondulado.

2C 25 - 58 cm. Pardo grisáceo claro a pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); franco arenoso con bolsones de grava; bloques sub angulares finos y muy débiles; muy friable; poros intergranulares finos abundantes; raíces medianas y finas ocasionales; límite abrupto y ondulado.

2Ab 58 - x cm. Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); franco arcilloso; bloques sub angulares gruesos, medianos y finos débiles; friable; poros vesiculares finos frecuentes; raíces finas ocasionales.

Perfil 10 ubicado 1,200 m al Norte del río Aguán en la Sección nueve, Cayo G dos finca Palo Verde A, cabecera este. Coordenadas X = 534202.47; Y = 534202.47.

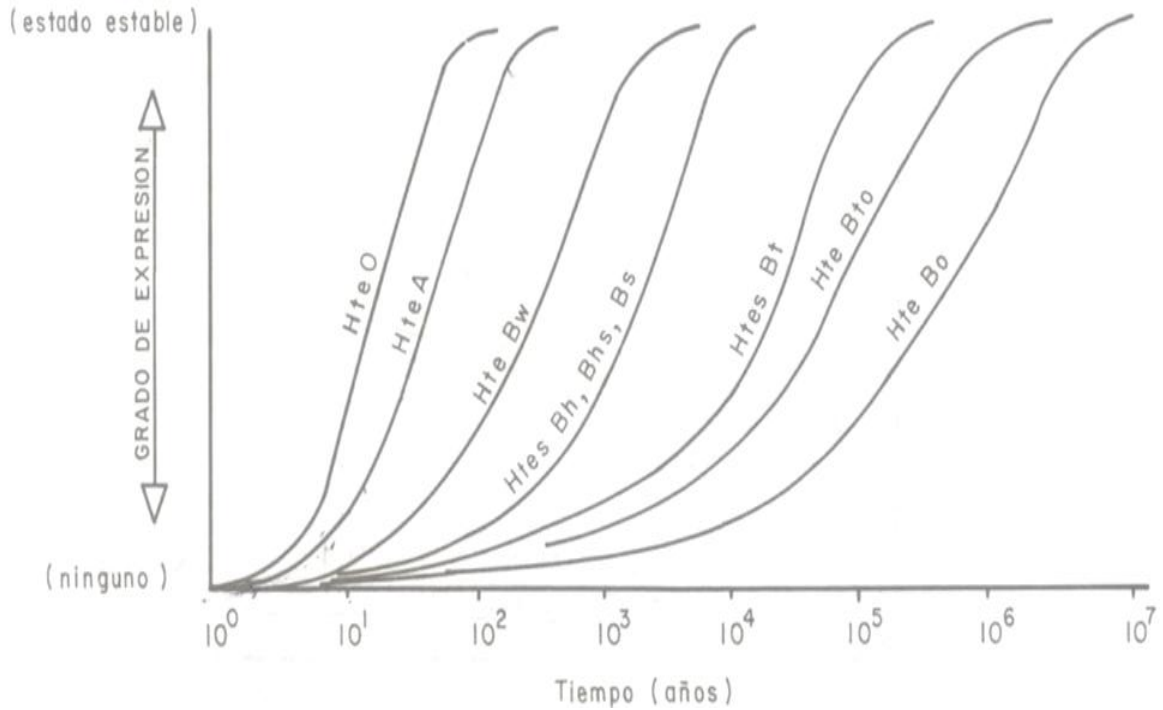
Ap 0 - 18 cm Pardo oscuro (7.5YR 3/4); franco arcilloso; bloques sub angulares medianos y finos débiles; friable; poros tubulares finos pocos no conectados frecuentes y vesiculares finos abundantes; raíces medianas y finas abundantes; límite abrupto y plano.

Bw 18 - 40 cm. Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) con motas pardo rojizo a rojo amarillento (5YR 4/5); franco arcillo limoso; bloques sub angulares medianos y finos débiles; friable; poros tubulares pocos no conectados y vesiculares finos ocasionales; raíces medianas y finas ocasionales; límite abrupto y Plano.

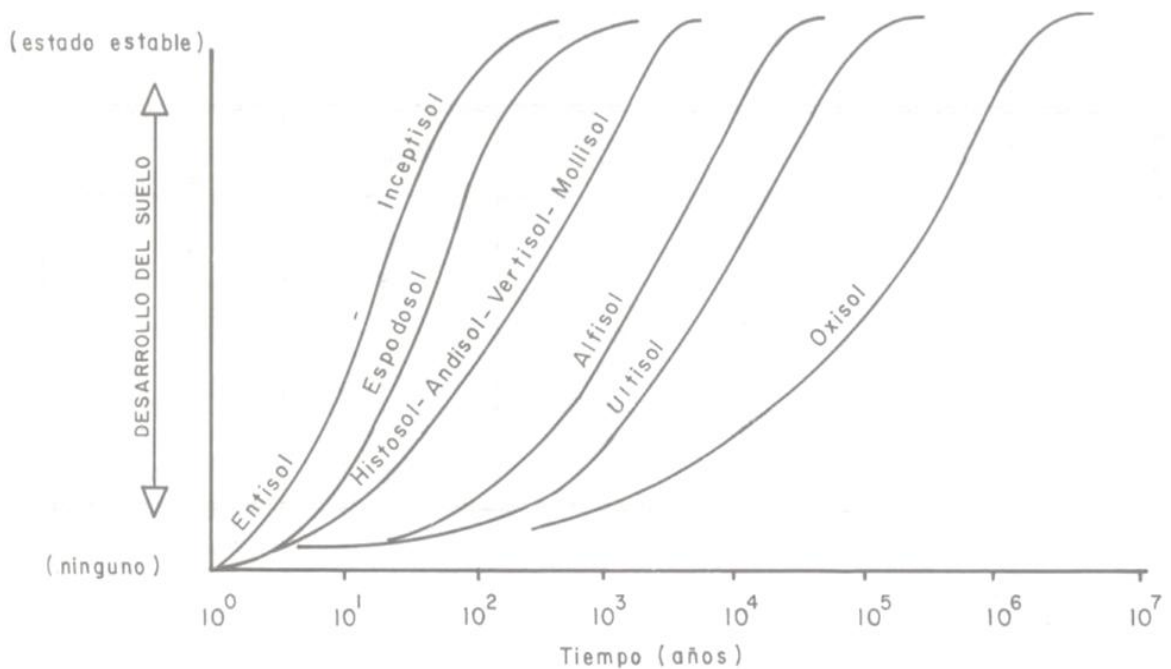
Bw₂ 40 - 60 cm. Pardo oscuro (7.5YR 3/4); franco arcilloso; bloques sub angulares medianos y finos débiles; friable; poros tubulares pocos no conectados y vesiculares finos ocasionales; raíces muy finas ocasionales; límite abrupto y plano.

2Bw₃ 60 - 82 cm. Pardo oscuro (7.5YR 3/3); franco; bloques sub angulares de todos tamaños débiles; friables; poros vesiculares frecuentes y tubulares finos no conectados ocasionales; raíces finas ocasionales; límite: abrupto y ondulado.

2C 82 - 100 x cm. Pardo olivo claro (2.5Y 5/4); franco arcillo arenoso muy fino; bloques sub angulares medianos y finos muy débiles; muy friable; poros intergranulares finos abundantes; sin presencia de raíces.



Anexo 2. Grado generalizado de expresión de algunos horizontes del suelo en función del tiempo de evolución requerido. Tomado de Malagón *et al.* (1995).



Anexo 3. Tiempo general requerido para establecer diferentes clases de suelos al nivel del orden. Tomado de Malagón *et al.* (1995).