

PD-ADM-747
15M-28154

5 860063/6 2

PROYECTO CENTROAMERICANO DE FERTILIDAD DE SUELOS

Systems of production project for
Proyecto de sistemas de producción para
small farmers characteristics of
pequeños agricultores: caracterización de
the soils of the experimental sites
los suelos de los sitios experimentales

Rufo Bazán

Anexo 3



PROYECTO DE SISTEMAS DE PRODUCCION PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES

Caracterización de los suelos de los sitios experimentales.

I. Suelos de San Isidro de Pérez Zeladón.

ANTECEDENTES

En fecha 21 de diciembre, 1977, se efectuó una visita al área experimental de San Isidro de Pérez Zeladón con objeto de efectuar el muestreo de los suelos de cuatro sitios experimentales para su caracterización tanto física como química.

Los sitios muestreados fueron los siguientes:

Sitio 1: Finca del Sr. Colón Solís.

Localización del Perfil - Terraza inferior próximo al río.

Referencia - Experimento comparativo de seis arreglos cronológicos de maíz, frijol y vigna.

Sitio 2: Finca del Sr. David Gamboa.

Localización del Perfil - Terraza intermedia entre Sitio 1 y

Sitio 3.

Referencia: Experimento interacción de fertilización y control de Phyllophaga en maíz-frijol.

Sitio 3: Finca del Sr. Colón Solís.

Localización del Perfil - Terraza superior, referente a los

Sitios 1 y 2.

Referencia: Experimento

Sitio 4: Finca del Sr. José Miguel Fonseca

Localización del Perfil - En planicie adjunto al experimento de Manejo de Suelos.

DESCRIPCION DE LOS SITIOS

Se omite hacer una descripción de los experimentos instalados en estos sitios por cuanto esta información ya existe entre los documentos del proyecto.

Los Sitios 1, 2 y 3, en la localidad de Junta de Pacuar, topográficamente constituyen una pendiente que sitúa al Perfil 1 (Sitio 1) en la parte inferior próxima al río y por tanto el material del que se derivan los suelos caracterizados por este perfil son los llamados de "vega de río" y son netamente aluviales, de textura gruesa (arenosa) y buen drenaje, según se describe más adelante.

En el extremo superior de la pendiente se encuentra el Perfil 3 (Sitio 3) e identifica a suelos de origen volcánico, tipo latosoles, rojizos a amarillo - rojizos en color, muy compactados y posiblemente de muy baja fertilidad natural.

El Perfil 2 (Sitio 2) ocupa una zona intermedia entre los Perfiles 1 y 3, con características muy similares al Perfil 3, de manera que en general puede indicarse que el Perfil 1 identifica a suelos que se sitúan únicamente en las planicies próximas a ríos, mientras que los Perfiles 2 y 3 representan suelos que son característicos de la región de Pérez Zeledón, (suelos de ladera).

El Perfil 4 (Sitio 4), está situado en la localidad de Palmares y presenta características físicas similares a los Perfiles 2 y 3; a pesar de que aparentemente se encuentra en una planicie. Sí, es evidente que el material parental de este Perfil así como de los Perfiles 2 y 3 es el mismo, y que corresponde a una roca madre de tipo ígneo y sedimentario

derivada de materiales ígneos y piroclásticos, comprendiendo las rocas granito, diorita y grano-diorita.

DESCRIPCION Y MUESTREO DE SUELOS

La descripción de campo de los perfiles muestreados se presenta en el anexo 1 del apéndice.

El muestreo se efectuó según los horizontes determinados en cada perfil y en cada horizonte se tomaron: a) muestras de volumen conocido para la determinación de densidad y porosidad de los suelos.
b) muestras para análisis químico.

Además de éstos, se tomó una muestra correspondiente a los 2 primeros horizontes, para efectos de estudios en invernadero.

En resumen el número de muestras tomadas fue:

Muestras de Volumen Conocido:

Perfil 1:	9
Perfil 2:	10
Perfil 3:	10
Perfil 4:	8
Total :	37 muestras

Muestras para Análisis Químico:

Se tomaron 20 muestras en total, correspondientes a 5 muestras por Perfil.

Muestras para Invernadero:

Cuatro muestras en total, correspondientes a 1 muestra por perfil.

CARACTERIZACION FISICA

En los Cuadros 1 al 4 (Anexo 2 del apéndice) se presentan los datos

referentes a las determinaciones de tipo físico de los 4 perfiles estudiados. A su vez, los datos de porosidad se presentan también en el Gráfico 1.

Textura

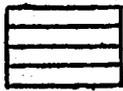
Los datos del Cuadro 1 obtenidos por el método de Bouyoucos modificado por Hardy y Bazán, muestran en forma clara la diferencia existente entre el Perfil 1 y los Perfiles 2, 3 y 4. El primero es netamente arenoso con ligero aumento en limo en los horizontes 15-30 cm y 45-100 cm; hecho que se manifiesta en una disminución en su capacidad de aeración en esos horizontes, como se observa en el perfil de porosidad (Gráfico 1) respectivo.

En los perfiles 2, 3 y 4, la textura es de tipo arcillosa especialmente en los perfiles 3 y 4, donde el contenido de arcilla es superior al 65% hasta un 80%. Esta condición se refleja en forma muy característica en la condición de baja capacidad de aeración, como se explica más adelante.

Igualmente las características texturales de los suelos muestreados se ven respaldados por los valores de Índice de Textura (Cuadro 2), puesto que los suelos del Perfil 1 presentan valores inferiores a 10, mientras que los suelos de los Perfiles 2, 3 y 4, presentan valores superiores a 30, características de suelos arcillosos.

Densidad Aparente y de Partículas

De acuerdo con los datos contenidos en el Cuadro 3, en general los valores de Densidad aparente son altos e indicativos de posibles problemas de índole mecánico, que pudieran afectar la penetración y movimiento de las raíces de plantas ahí cultivadas. Ello parece ser más evidente



Suelo Seco



Esp. Poroso no Capilar



Esp. Poroso Capilar



← Agua en Esp. Poroso Capilar
← Agua en Esp. Poroso no Capilar

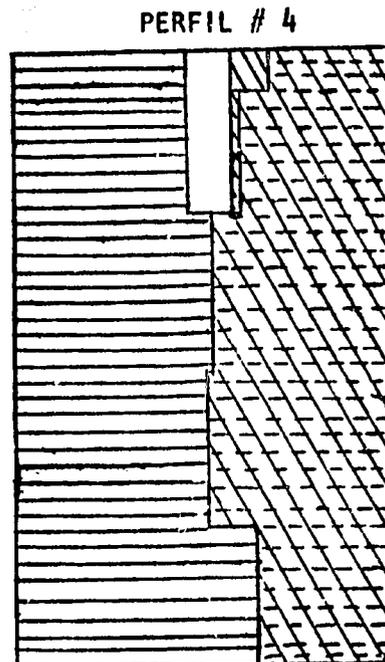
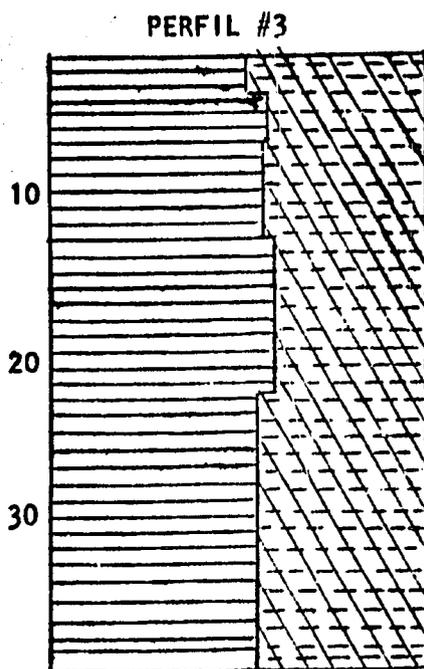
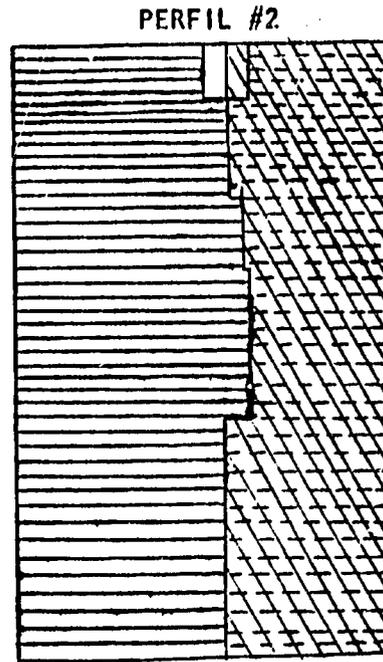
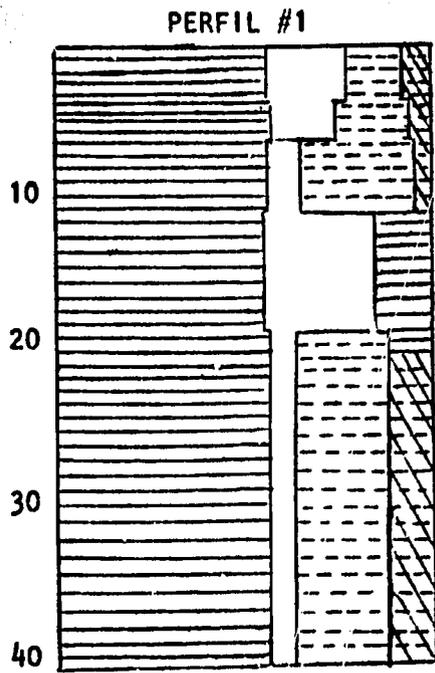


Gráfico 1. Diagrama de Porosidad

en los perfiles 1, 2 y 3 donde los valores de densidad aparente están próximos o arriba de 1.5. En el caso del perfil 4, los valores son menos críticos, y están alrededor de 1.1 en los 30 cm superficiales de suelo, para luego aumentar significativamente a profundidades mayores a 30 cm.

Los valores de densidad aparente y sus fluctuaciones en el perfil muestran que el grado de compactación de los suelos en estudio es crítico, lo cual afecta notablemente a la capacidad de aeración y de drenaje de estos suelos, la que, excepto los suelos identificados por el Perfil 1, muestran aeración y drenaje deficientes en casi todo el perfil.

Respecto a la densidad de partículas y si consideramos que el cuarzo tiene una densidad de 2.65, los datos del Cuadro 3, nos indican que los valores obtenidos en su mayoría son iguales o inferiores a dicho valor y sólo en algunos casos son mayores; esto último da evidencia de la presencia de minerales más pesados que el cuarzo, como son los denominados ferromagnesianos. En efecto, el material parental de estos suelos es de tipo andesítico y diorítico, ambas rocas son semi-básicas y en su composición, además de plagioclasa blanca (labradorita) llevan hornablenda negra o augita, que es un mineral ferromagnesiano rico en elementos como Ca, Fe y Mg. Esta característica es favorable desde el punto de vista de su fertilidad natural, que en un tiempo pudo haber sido bueno, pero que al presente, dado el estado de desarrollo de estos suelos, que han llegado a su edad senil (Perfiles 2, 3 y 4) se ven agotados

Porosidad

La determinación de la porosidad de los suelos es importante por cuanto es una medida de la capacidad de aeración de un suelo, o por el

contrario de su capacidad de retención de humedad o de su capacidad de drenaje; que en conjunto constituyen una medida fundamental y determinante para el desarrollo de cualquier cultivo.

Con base en los datos de los Cuadros 3 y 4, y la Figura 1, se deduce que desde el punto de vista de porosidad existe una marcada diferencia entre los suelos del Perfil 1 (Vega de río) y los suelos de los perfiles 2, 3 y 4.

Analizando los diagramas de porosidad (Figura 1) se deduce que los suelos del Perfil 1, presentan en general una amplia capacidad de drenaje, a juzgar por los altos valores de porosidad no capilar (> del 32% a cualquier profundidad del perfil). Por el contrario, su capacidad de retención de agua es extremadamente baja, ya que los valores de porosidad capilar son igualmente bajos, alrededor del 6% en la mayor parte del perfil. Ambas condiciones, buen drenaje y poca capacidad de retención de agua, eran de esperar que ocurra en este perfil, puesto que su textura es de tipo arenosa.

Al momento del muestreo, se detectó en el perfil un exceso de agua que en ningún momento es crítico excepto a la profundidad de 45 cm donde el grado de aeración fue de 6%, pero sin duda que el agua ahí existente debe drenarse rápidamente, aumentando su capacidad de aeración significativamente. El agua presente en este perfil y en los restantes, provenía de una lluvia caída en la región la noche anterior al muestreo efectuado.

Los valores de porosidad de los perfiles 2, 3 y 4 indican una condición extremadamente crítica, especialmente en los perfiles 2 y 3, donde la capacidad de drenaje es prácticamente nula en todo el perfil, mientras

mientras que su capacidad de retención de humedad es igualmente máxima, tanto que, en ambos perfiles, y con la precipitación caída la noche anterior al muestreo, los suelos se muestran saturados en toda su profundidad (1 m). En el caso del perfil 4, esta situación es similar excepto en los dos horizontes superiores (0-27.5 cm) donde el valor de aeración es de 12%.

Las características de porosidad que presentan los perfiles 2, 3 y 4, están respaldados por otras características detectadas, como alto contenido de arcilla y alto grado de compactación.

Desde el punto de vista agronómico, los valores de porosidad indican que los suelos del perfil 1, presentan un amplio espacio radical que permite el movimiento fácil de raíces, gran capacidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes, especialmente en la época lluviosa, ya que en época de sequía o baja precipitación, estos suelos pueden presentar el problema de que se "secan" demasiado, afectando seriamente a los cultivos que sufrirían por falta de "agua en el suelo".

Los perfiles 2 y 3 presentan un espacio radical muy bajo a nulo, ello indica que los cultivos serán susceptibles a un enraizamiento superficial, facilitado por la poca materia orgánica presente, baja capacidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes, también limitado a la limitada capa orgánica; facilidad de anegamiento en época de lluvias y excesiva sequía y grado de compactación en la época seca. La preparación de camellones o el aporque de los cultivos pueden ser dos prácticas recomendables para el manejo de estos suelos, además de las prácticas de mulch. Otro problema en estos suelos, es la posibilidad de erosión laminar, favorecido por la pendiente que caracteriza a estos suelos.

Los suelos del perfil 4 presentan un espacio radical adecuado hasta los 27.5 cm de profundidad, con un grado de aeración también adecuado (> 10%), para de inmediato cambiar su condición y asemejarse a los suelos de los perfiles 2 y 3.

Las características detectadas en los perfiles 2, 3 y 4 son propias de los suelos de la región y coinciden con las características de los suelos del Proyecto Alcoa, (Anexo 3 del Apéndice), situado próximo a la población de San Isidro e igualmente cerca al área donde se encuentra la finca del Sr. Fonseca, Perfil 4.

Comparando estos 3 perfiles con los suelos del Proyecto Alcoa puede deducirse que: los suelos de los perfiles 2 y 3 por su localización parte media y alta de la pendiente, corresponde a los niveles del Proyecto Alcoa, denominados, Suelos Alterados, y que son los remanentes de las áreas explotadas para la extracción de la bauxita (\pm 4m de profundidad a partir de la parte superior de las "lomas"). En cambio el perfil 4, podría ser el correspondiente a los suelos originales del Proyecto Alcoa o sea aquellos que se encuentran en la parte superior de las "lomas". Quiere decir, que el sitio experimental en la finca del Sr. Fonseca estaría localizado en la parte superior de una loma amplia; hecho que no pudo ser detectado ya que no se efectuó un reconocimiento completo de la finca. De cualquier manera, también los suelos del Perfil 4 presentan latendencia al anegamiento o fácil saturación en la época de lluvias y gran compactación en la época seca.

CARACTERIZACION QUIMICA

Los datos provenientes del análisis químico de las muestras obtenidas en los cuatro perfiles estudiados se presentan en el Anexo 3 del Apéndice.

Perfil 1 (Vega de Río)

El pH de estos suelos es muy bajo en todo el perfil e indicativo de que la concentración de los diferentes elementos puede ser crítico. En efecto, la concentración de fósforo es muy baja, alrededor de 3 µg/ml. Las concentraciones absolutas de los cationes Ca, Mg y K es igualmente baja, especialmente de Mg y K, hecho que se acentúa con la profundidad. Sus concentraciones relativas muestran, consecuentemente serios desbalances ($Ca/Mg > 4$; $Mg/K > 8$ y $Ca + Mg/K > 10$), afectados justamente por las bajas concentraciones de Mg y de K; de manera que, en las condiciones naturales la absorción de Mg y de K por las plantas debe ser anormal (deficiente).

La concentración de Al^{+++} es baja y no debe tener mayor efecto sobre la acidez del suelo. De los elementos menores Mn y S, la concentración del primero es baja, a muy baja mientras que del segundo es también baja, aunque no muy crítica.

Desde el punto de vista agronómico, se concluye que el bajo pH de estos suelos se debe posiblemente a una desbasificación incrementada por su textura, y estructura.

Bajo condiciones de precipitación adecuada, son suelos que responden a la aplicación de fertilizantes, entre los cuales debe darse importancia al P, K, Mg, S y elementos menores en ese orden.

Perfil 2 (Terraza Intermedia)

El pH de estos suelos es muy uniforme y bajo en todo el perfil, característica que pudiera ser causada por la alta concentración de Al^{+++} (>1), especialmente en los primeros 7.5 cm del perfil y más aún por debajo de los 30cm. El fósforo es muy bajo; Ca y Mg son bajos, más aún

el Mg, mientras que el K en los primeros 7.5 cm está de medio a alto solo en los primeros 7.5cm; para luego disminuir drásticamente en el resto del perfil. Consecuentemente sus relaciones muestran gran desbalance, lo cual indica que la absorción del Mg debe ser la más crítica en todo el perfil y la del K a profundidades mayores a los 7.5 cm.

Para su manejo agrícola, la concentración de Al^{+++} constituye el primer factor a controlar, luego P, Mg, K, S y elementos menores ya que éstos últimos, en sus concentraciones se presenta en condición similar al Perfil 1.

La respuesta a la aplicación de fertilizantes estará sujeta al mejoramiento de la condición física del suelo, la cual es crítica según se vió en el capítulo de características físicas.

Perfil 3 (Terraza Superior)

Resalta en estos suelos la elevada concentración de Al^{+++} (> 1.5 meq, en los primeros 15 cm para luego aumentar drásticamente hasta 8 meq/100g). Su efecto se refleja en los bajos valores de pH, > 4.5 en todo el perfil. El K hasta los 30cm de profundidad está en concentraciones de medio a altas y disminuye significativamente a mayores profundidades (> 0.01 meq). El Ca y Mg están de bajos a muy bajos de manera que la relación entre estos elementos es crítica, pero la situación es peor en el caso de las relaciones Mg/K y Ca + Mg/K, cuyos valores son bajos en el primer caso y extremadamente bajos en el segundo, debido a las concentraciones de K relativas a los otros 2 cationes. Referente al S y elementos menores, la situación es similar a los Perfiles anteriores.

Significa entonces que en su manejo agrícola deberá ante todo controlar el alto Al^{+++} y luego para mejorar la condición química general,

mejorar las concentraciones de Ca, Mg y S primeramente, luego elementos menores. La respuesta a la aplicación de fertilizantes dependerá, al igual que en el caso anterior, del mejoramiento de la condición física de estos suelos, que como se indicó antes, es muy crítica.

Perfil 4

El pH de estos suelos es igualmente bajo que en los perfiles anteriores, igual sucede con el P. En los cationes, el Ca y Mg presentan las concentraciones más bajas, mientras que el K presenta las más altas, considerando todos los perfiles. Sus relaciones, por ello, muestran un gran desbalance, indicando que el Ca y el Mg, además del P son los principales elementos a tomar en cuenta en el manejo de estos suelos, y luego el S y los elementos menores.

En su manejo con aplicación de fertilizantes es posible esperar mejores respuestas que los Perfiles 2 y 3, debido a que sus condiciones físicas son mejores (mayor porosidad) especialmente en los primeros 15cm de profundidad.

Los estudios en Invernadero nos darán una mejor pauta para ajustar las recomendaciones de fertilizantes que se pudieran dar con base en los resultados de análisis químico.

RESUMEN

De la información aquí presentada es posible deducir que:

1. En el aspecto físico, solo los suelos del Perfil 1 presentan condiciones adecuadas de porosidad y espacio radical, que sin embargo pueden ser problemáticas en condiciones de época seca o de deficiencia de agua en el suelo.

Los suelos representados por los restantes perfiles muestran condiciones físicas críticas, un espacio radical muy superficial, mostrando la necesidad de un manejo adecuado, (araduras y aporques, mulches) con objeto de aumentar su capacidad de aeración. En tal sentido los suelos de los Perfiles 2 y 3 son los de mayor cuidado.

2. En el aspecto químico, los suelos de todos los perfiles muestran una condición crítica de acidez, causada por deficiencia de bases (Perfiles 1 y 4) o de alta concentración de Al^{+++} (Perfiles 2 y 3).

En cualquier caso, la concentración absoluta de cationes es baja a muy baja y consecuentemente presentan un gran desbalance nutricional, agravado en algunos casos por muy bajas concentraciones de K (Perfil 1) o en otros casos por bajas concentraciones de Ca y Mg.

En todos los casos, el P aparece como un elemento crítico por su baja concentración al igual que el S y elementos menores.

3. En el manejo agrícola, los suelos de los Perfiles 2 y 3 presentan un mayor problema, por la elevada concentración de Al^{+++} , haciendo necesaria la aplicación de cal con anterioridad a la siembra (entre 2 y 3 ton/ha de $CO_3 Ca$). En todos se hace necesaria la aplicación

de fertilizantes tomando en cuenta el P, Ca , Mg , S principalmente y luego a K y elementos menores; el Nitrógeno posiblemente ee deficiente a juzgar por los horizontes orgánicos muy superficiales (excepto el Perfil 1).

ANEXO 1DESCRIPCION DE PERFILESPERFIL # 1

Localización: Finca del Sr. Colón Solís.

Terraza inferior - Vega de río.

Próximo al sitio experimental M + F

0 - 7.5 cm. Horizonte orgánico, color oscuro, franco arenoso, suelto, ligeramente húmedo, gran cantidad de raíces finas y raicillas.

7.5-15cm. Menos orgánico y más claro en color, franco arenoso, arena mas fina, suelto, pocas raíces.

15-30cm. Franco arenoso, arena más suelta, color café claro, pocas raíces.

30-45cm. Franco arenoso, arcillo limoso, color café amarillento, compacto, ausencia de raíces.

45-100cm. Idem que anterior.

Observaciones con Barreno

1.00-1.12cm. Presencia de arena mas suelta, color grisáceo, con piedras en el fondo de todo el perfil, difícil de penetrar con el barreno.

Muestras para Análisis

9 cilindros de volumen conocido (1 a 9)

5 muestras para análisis químico (1 a 5)

1 muestra para invernadero (#1; 0-15cm).

PERFIL #2

Localización: Finca del Sr. David Gamboa.

Terraza Intermedia.

Proximidades de experimento de Maíz, en 2a. siembra.

Terreno plano.

- 0-- 7.5cm. Horizonte oscuro, presencia de materia orgánica, húmedo, arcilloso, compacto, plástico, estructura granular. Presencia de raíces finas.
- 7.5-22.5cm. Idéntico al anterior aunque menos oscuro en color.
- 22.5-35cm. Transición, color café amarillento con moteados amarillo rojizo, muy arcilloso y compacto, estructura blocosa.
- 35-60cm. Amarillo rojizo muy uniforme, moteados amarillentos sobre fondo rojizo; muy arcilloso, plástico y compacto; indicaciones de drenaje deficientes (gley) y abundancia de moteados oscuros (Mn).
- 60-100cm. Idem, que anterior, aumento en compactación.

Observaciones con Barreno

- > 1.00m. Idem que anterior, más compacto, difícil de introducir el barreno.

Muestras para Análisis

- 10 cilindros de volumen conocido (10 a 19)
- 5 muestras para análisis químico (6 a 10)
- 1 muestra para invernadero (#2) 0-22.5 cm)

PERFIL #3

Localización: Finca del Sr. Colón Solís

Terraza superior. Proximidades de experimento M + F.

Terreno en pendiente.

- 0 - 7.5cm. Horizonte orgánico, café oscuro, arcilloso, plástico en húmedo, compacto, estructura granular; pocas raíces.
- 7.5-15cm. Cambio brusco a color rojizo, arcilloso, plástico, compacto, estructura de bloques; ausencia de raíces.
- 15-30cm. Color rojizo uniforme, arcilloso, más compacto.
- 30-55cm. Idem que anterior, aumento en compactación.
- 55-75cm. Idem que anterior.

Observaciones con Barreno

- > 75cm. Difícil de introducir el barreno; muy compacto, en otras características es similar al anterior horizonte.

Muestreo para Análisis

- 10 cilindros de volumen conocido (20 a 29)
- 5 muestras para análisis químico (11 a 15)
- 1 muestra para invernadero (#3) 0-15 cm)

PERFIL #4

Localización: Finca del Sr. José Miguel Fonseca

Próximo a experimento de manejo de suelos y sistema M + F.

Terreno plano, próximo a carretera principal.

- 0 - 7.5cm. Horizonte orgánico, café oscuro, arcilloso, plástico en húmedo; estructura granular; poco compacto; presencia de raíces finas.
- 7.5-27.5cm. Café oscuro, arcilloso, más compacto; presencia de piedras en descomposición, estructura blocosa.
- 27.5-52.5cm. Rojo amarillento, muy compacto y pedregozo, arcilloso, presencia de raíces.

52.5-80cm. Rojo amarillento, muy compacto y arcilloso; piedras en descomposición.

80-100cm. Idem que anterior.

Observaciones con Barreno

> 1.00m Dificil de introducir el barreno; características similares al anterior horizonte.

Muestras para Análisis

8 cilindros de volumen conocido (30 a 37)

5 muestras para análisis químico (16 a 20)

1 muestra para invernadero (#4, 0-27.5cm)

FIT0-807-78

RB/mpf

26/1/78

ANEXO 2

Cuadro 1. Determinación de Textura.

Nº	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASIFICACION TEXTURAL
<u>PERFIL 1</u>				
1	57.2	24	18.8	Fco. Arenoso
2	55.2	25	19.8	Fco. Arenoso y Fco. Arc. Arenoso
3	45.1	34	20.8	Franco
4	63.2	18	18.8	Fco Arenoso
5	47.2	32	20.8	Franco
<u>PERFIL 2</u>				
6	17.2	24	59	Arcilloso
7	15.2	24	60.8	Arcilloso
8	11.2	24	64.8	Arcilloso
9	13.2	22	64.8	Arcilloso
10	9.2	26	64.8	Arcilloso
<u>PERFIL 3</u>				
11	5.2	26	68.8	Arcilloso
12	5.2	16	78.8	Arcilloso
13	-	19.2	80.8	Arcilloso
14	-	19.2	80.8	Arcilloso
15	-	19.2	80.8	Arcilloso
<u>PERFIL 4</u>				
16	9.2	12	78.8	Arcilloso
17	7.2	28	64.8	Arcilloso
18	3.2	16	80.8	Arcilloso
19	1.2	18	80.8	Arcilloso
20	3.2	22	74.8	Arcilloso

Cuadro 2. Índice de Textura y Porosidad Capilar.

N°	CAP. CAMPO	ARENAS %	I. DE TEXTURA	POROS CAPILAR (VOL. %)	OBSERVACIONES
1	16	57.2	4.5	6.8	Finca Colón Solís
2	15	55.2	4.0	6.3	(Vega de Río)
3	13	45.2	4.0	6.0	
4.	12	63.2	-	-	
5	17	47.2	7.0	10.8	
6	36	17.2	32.0	41.6	Finca de Gamboa
7	39	15.2	36.0	54.0	Terraza Media
8	40	11.2	38.0	61.9	
9	40	13.2	37.0	61.4	
10	41	9.2	39.0	60.4	
11	39	5.2	38.0	52.1	Finca Colón Solís
12	46	5.2	45.0	67.9	Terraza Alta
13	43	-	43.0	66.2	
14	46	-	46.0	74.1	
15	35	-	35.0	53.5	
16	37	9.2	35.0	40.6	Finca de Fonseca
17	37	7.2	35.0	40.9	
18	37	3.2	36.0	49.7	
19	37	1.2	37.0	50.3	
20	35	3.2	34.0	57.1	

ANEXO 2

Cuadro 3. Determinaciones de Densidad y Porosidad.

N°	PESO (ACTUAL)			VOLUMEN (%)							
	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO AGUA (g)	DENSIDAD APARENTE	DENSIDAD PARTICULAS	POROSIDAD TOTAL	SUELO SECO %	AGUA %	AIRE %		
1	146.1	123.1	18	1.54	1.51	2.70	44.0	56	21.6	20.7	23.3
2	139.6	123.1	16.5	1.48							
3	147.7	129.9	17.8	1.56	1.57	2.71	42	58	21.4	22.1	19.9
4	150.95	132	18.95	1.59							
5	157.7	130.2	27.5	1.56	1.57	2.74	43	57	33.0	33.6	9.4
6	160.4	131.8	28.6	1.58							
7	137.1	124.8	12.3	1.50	1.54	2.72	45	55	14.8	30.2	
8	164.2	129	35.2	1.55							
9	154.1	127.6	26.5	1.53	1.30	2.55	49	51	38.1	37.1	11.9
10	139.4	107.7	31.7	1.29							
11	139.8	109.7	30.1	1.32	1.5	2.61	42	58	47.2	47.5	
12	160.75	121.45	39.3	1.46							
13	168	128.2	39.8	1.54	1.63	2.62	38	62	53.6	53.9	
14	180.3	135.7	44.6	1.63							
15	181.35	136.25	45.1	1.64					54.2		

Cuadro 3. Determinaciones de Densidad y Porosidad. (Continuación)

Nº	PESO (ACTUAL)			VOLUMEN (%)					
	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO AGUA (g)	DENSIDAD APARENTE	DENSIDAD PARTICULAS	POROSIDAD TOTAL	SUELO SECO %	AGUA %	AIRE %
16	190.8	140.2	50.6	1.68	2.64	37	63.	60.8	-
17	188.2	137.7	50.5	1.65	2.66			60.7	
18	184.2	131.4	52.8	1.58	2.67	42	58	63.4	-
19	177.7	126.9	50.8	1.52	2.55			61.0	
20	144.2	110.2	34.0	1.32	2.55	46	54	40.8	3.3
21	156.5	119.3	37.2	1.43	2.57			44.7	
22	155.9	115.2	40.7	1.38	2.51	41	59	48.9	
23	173.5	128.4	45.1	1.54	2.64			54.2	
24	178.5	131	47.5	1.57	2.64	42	58	57.1	-
25	171.45	126.85	44.6	1.52	2.70			53.6	
26	179.4	130.2	49.2	1.56	2.70	40	60	59.1	
27	191	138.8	52.2	1.67	2.72			62.7	
28	177.4	126.9	50.5	1.52	2.72	44	56	60.7	
29	178.8	128.3	50.5	1.54	2.53			60.7	

Cuadro 3. Determinaciones de Densidad y Porosidad. (Continuación)

N°	PESO (ACTUAL)			VOLUMEN (%)					
	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO AGUA (g)	DENSIDAD APARENTE	DENSIDAD PARTICULAS	POROSIDAD TOTAL	SUELO SECO %	AGUA %	AIRE %
30	129.2	102.5	26.7	1.23				32.1	22
31	116.3	91.3	25.0	1.10	1.16	2.49	53	47	31.0
32	130.1	96.7	33.4	1.16				40.1	
33	130.8	98.2	32.6	1.18	1.17	2.52	53	47	39.6
34	156.1	115.3	40.8	1.38		2.61	47	53	49.0
35	154.4	110.2	44.2	1.32				53.1	-
36	162.2	117.	45.2	1.41	1.36	2.63	48	52	53.7
37	191.7	140.2	51.5	1.68		2.64	36	64	61.9

Cuadro 4. Determinaciones de Porosidad.

	POROSIDAD TOTAL VOL. %	ESP. POROSO CAPILAR VOL. %	ESP. POR. NO CAPILAR VOL. %	VOLUMEN AGUA %	AGUA EN ESP. POR NO CAP. VOL. %	AIRE EN ESP. POR. NO CAP. %
1	44		<u>PERFIL 1</u>			
1	44	6.8	37.2	20.7	13.9	23
2	42	6.3	35.7	22.1	15.8	20
3	43	6.0	37.0	33.6	27.6	9.4
4	45	-	45.0	14.8	14.8	30.0
5	43	10.8	32.2	37.0	26.2	6.0
			<u>PERFIL 2</u>			
6	49	41.6	7.4	37.1	-	7.4
7	42	54.0	-	47.5	-	-
8	38	61.9	-	53.9	-	-
9	37	61.4	-	60.7	-	-
10	42	60.4	-	62.2	-	-
			<u>PERFIL 3</u>			
11	46	52.1	-	42.7	-	-
12	41	67.9	-	51.5	-	-
13	42	66.2	-	55.3	-	-
14	40	71.4	-	60.9	-	-
15	44	53.5	-	60.7	7.7	-
			<u>PERFIL 4</u>			
16	53	40.6	12.4	31.0	-	12.4
17	53	40.9	12.1	39.6	-	12.1
18	47	49.7	-	49.0	-	-
19	48	50.3	-	53.7	3.4	-
20	36	57.1	-	61.9	4.8	-

ANEXO 3

Cuadro 5. Resultados del Análisis Químico de Laboratorio.

N°	Prof. Inferior cm	pH (Agua)	meg/100 ml de suelo				Σ	% Sat. Acidez	µg/ml de suelo			Relaciones	
			Ca	Mg	K	Acidez Extrac.			P	Mn	S	Ca/Mg	Mg/k
<u>PERFIL 1</u>													
1	7.5	4.4	7.1	1.26	0.15	0.6	9.11	6.6	3	1.4	10	5.6	8.4
2	15	4.5	8.2	1.26	0.09	0.3	9.85	3.0	3	0.8	10	6.5	14.0
3	30	4.8	7.6	0.91	0.06	0.2	8.77	2.3	4	0.5	15	8.3	15.1
4	45	4.8	6.5	0.83	0.03	0.3	7.71	3.9	3	0.6	10	7.8	10.4
5	100	5.1	7.5	0.78	0.06	0.3	8.64	3.5	4	0.8	15	9.6	13.0
<u>PERFIL 2</u>													
6	7.5	4.1	13.6	2.38	0.31	1.0	17.29	5.8	4	4.3	15	5.7	7.7
7	22.5	4.3	16.4	2.70	0.17	0.5	19.77	2.5	4	2.8	15	6.1	6.0
8	35	4.4	16.5	2.87	0.10	0.6	20.07	3.0	4	1.7	15	5.7	5.7
9	60	4.2	11.5	2.51	0.10	2.3	16.41	14.0	4	1.1	10	4.6	4.6
10	100	4.1	7.7	2.45	0.09	4.5	14.74	30.5	3	1.5	45	3.1	27.2
<u>PERFIL 3</u>													
11	7.5	4.4	7.6	1.54	0.25	1.5	10.89	13.8	11	6.0	10	4.9	6.2
12	15	4.4	5.0	1.72	0.20	1.8	8.72	20.6	7	6.0	26.2	2.9	8.6

Cuadro 5. Resultados del Análisis Químico de Laboratorio. (Continuación)

N°	Prof. Inferior cm	pH (Agua)	meq/100 ml de suelo				Σ	% Sat. Acidez	µg/ml de suelo			Relaciones	
			Ca	Mg	K	Acidez Extrac.			P	Mn	S	Ca/Mg	Mg/K
13	30	4.3	3.7	1.86	0.13	3.4	9.09	37.4	4	5.5	15	2.0	14.3
14	55	4.1	1.4	0.92	0.07	7.0	9.39	74.5	1	3.6	3.7	1.5	13.1
15	75	3.9	0.69	0.54	0.07	8.0	9.30	86.0	1	2.5	3.7	1.3	7.7
<u>PERFIL 4</u>													
16	7.5	4.4	2.0	0.48	0.25	0.8	3.53	22.7	3	2.4	10	4.2	1.9
17	27.5	4.7	1.7	0.69	0.37	0.4	3.16	12.6	7	2.0	26.2	2.5	1.9
18	55	4.7	0.9	0.23	0.40	0.2	1.73	11.6	5	2.4	21.2	3.9	0.57
19	80	4.4	0.8	0.40	0.07	0.1	1.37	7.3	3	1.7	10	2.0	5.7
20	100	4.3	0.5	0.38	0.60	0.2	1.68	11.9	3	1.5	10	1.3	0.63