



Caracterización de los suelos de la finca experimental del IDIAF ubicada en Sabaneta, La Vega para la siembra de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Pedro Antonio Núñez, Aridio Pérez e Isidro Almonte




REPÚBLICA DOMINICANA
Agosto, 2020

Caracterización de los suelos de la finca experimental del IDIAF ubicada en Sabaneta, La Vega para la siembra de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Pedro Antonio Núñez, Aridio Pérez e Isidro Almonte

REPÚBLICA DOMINICANA
Agosto, 2020



El material consignado en esta publicación puede ser reproducido por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El Instituto Dominicano de investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) agradece a los usuarios incluir el crédito correspondiente en los documentos y actividades en los que se utilice.

Cita correcta:

Núñez, PA.; Pérez, A.; Almonte, I. 2020. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 2020. Caracterización de los suelos de la finca experimental Sabaneta, Idiaf para la siembra de cacao (*Theobroma cacao* L.). IDIAF. Santo Domingo, DO. 32p.

AGRIS: F01

Descriptores: Sabaneta, propiedades, cacao, República Dominicana.

ISBN:

Revisión:

Comité Técnico Centro Norte (Julio Morrobel, Carlos Céspedes y Elpidio Avilés).

Maquetación y diseño:

Gonzalo Morales

Fotografías:

Pedro Antonio Núñez Ramos

Fotografías de portada:

Pedro Antonio Núñez

Agosto 2020



Contenido

4 PRESENTACIÓN

7 I. Introducción

8 II. MATERIALES Y MÉTODOS

8 2.1 Localización y objetivo del estudio

8 2.2 Muestreo de suelo y periodo de muestreo

9 2.3 Parámetros evaluados

9 2.4 Análisis de datos

10 III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10 3.1 Estudio de perfiles de suelos en calicatas

18 3.2 Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

20 3.3 Recomendaciones de manejo

23 IV. CONCLUSIONES

23 V. AGRADECIMIENTOS

23 VI. REFERENCIAS

25 ANEXOS



PRESENTACIÓN

El Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), en colaboración con el Ministerio de Agricultura inició un proyecto para el establecimiento de una plantación de cacao en la finca experimental del Instituto ubicada en Sabaneta, La Vega. La plantación tiene el objetivo de producir semillas y varetas para el Ministerio de Agricultura, propietarios de viveros y productores, así como la multiplicación masiva de plantas; y servir de finca modelo para productores de cacao de la región. Para tales fines, el personal del área de suelo del IDIAF procedió al reconocimiento del suelo para su caracterización y recomendaciones de manejo en términos de fertilidad y otras características para el buen desarrollo del cultivo de cacao.

Así, el IDIAF se complace en poner los resultados del estudio “Caracterización de los suelos de la finca experimental del IDIAF ubicada en Sabaneta, La Vega para la siembra de cacao (*Theobroma cacao* L.)” en mano de los productores de cacao, profesionales agropecuarios, Ministerio de Agricultura de la República Dominicana y otras instituciones públicas y privadas vinculadas al cultivo del cacao. En el documento se presenta una sección introductoria, la metodología usada, resultados, conclusiones y recomendaciones con relación al suelo, su análisis y uso en la producción de



cacao. Además de orientar al Departamento de Cacao del Ministerio de Agricultura sobre el manejo de los suelos en la plantación de cacao establecida en la estación experimental Sabaneta, se espera que esta publicación sirva como instrumento metodológico que pueda ser utilizado en otros suelos dedicados a la producción de cacao. Es el deseo que, en base a su nivel de detalles, las informaciones presentadas permitan a los usuarios emplear dichos resultados en el manejo de los suelos con miras a aumentar la productividad del cultivo.

*Ingeniero Rafael Pérez Duvergé
Director Ejecutivo Idiaf*



I. INTRODUCCIÓN

El cacao se cultiva principalmente en África del Oeste, América Central y Sudamérica y Asia. Los ocho países principales productores en el mundo en orden descendente son: Côte d'Ivoire, Ghana, Indonesia, Nigeria, Camerún, Brasil, Ecuador y Malasia.

El cacao dominicano ocupa el octavo lugar en el mundo, con un volumen de exportación promedio anual de 40,000 toneladas métricas e ingresos ascendentes a los US\$55 millones¹. La producción y exportación de cacao en el país involucra directamente unas 36 mil familias en unas 40 mil plantaciones. La República Dominicana en el año 2009 exportó más de 62 mil toneladas métricas de cacao a Estados Unidos y Europa, principalmente². En los años 2009-2010 el país produjo 117,141 t. En el período 2008- 2009 en el país las exportaciones del grano produjeron US\$ 162,347,706 y en el período 2009-2010 aumentaron a US\$ 174,175, 490³.

El cacao, como otros cultivos, requiere de nutrientes para lograr una buena producción. Sin embargo, muchas veces los suelos no disponen de las cantidades requeridas de estos nutrientes, por lo que se hace necesario su aplicación, ya sea directamente al suelo o al cultivo por vía foliar (Cerda, 2008). Antes del establecimiento de una plantación de este tipo, es recomendable el levantamiento o caracterización de suelos para definir el plan de fertilización de la plantación. La finalidad del estudio fue caracterizar los suelos (propiedades físicas, químicas y biológicas) de la finca experimental del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) ubicada en Sabaneta, y realizar las recomendaciones de manejo para la siembra de cacao.

1 http://www.bancentral.gov.do/otras_noticias.asp?a=hoy2006-01-24

2 http://www.dominicanaonline.org/portal/espanol/cpo_cacao.asp

3 <http://www.blogdominicano.com/economia/2011/01/la-exportacion-de-cacao-genero-us336-5-mm-en-ultimos-dos-anos/>

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y objetivo del estudio

El estudio se realizó en la finca experimental del Idiaf localizado en Sabaneta, La Vega. El área fue estratificada en tres sectores (frontal, la alcantarilla y la guayaba, Anexo 1) para el muestreo de los suelos. La Provincia de la Vega está localizada en el Valle del Cibao. Se encuentra a una altitud de 95 msnm, con una precipitación media anual de 1,400 mm y una temperatura media de 26.2 °C. El relieve es regular en la parte plana (Núñez y Cuevas, 2004). La distribución de los lotes de producción de la finca y una vista panorámica se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Panorámica visual de la Estación Experimental Sabaneta y distribución de lotes.

2.2 Muestreo de suelo y período de muestreo

El muestreo de suelo fue realizado en un área de 200 tareas (12.5 ha) de la finca experimental de Sabaneta a una profundidad de 0-30 cm. Se realizó caminando en zig – zag y tomando submuestras en diferentes puntos del área. La toma de muestras incluyó la limpieza de la superficie. Luego, se introdujo el barreno a una profundidad de 0-30 cm. Las submuestras fueron colocadas en cubetas para su homogenización y luego se colocaron en bolsas plásticas previamente identificadas para su envío al laboratorio.

En total se tomaron tres muestras compuestas en tres unidades de muestreos identificadas como parte frontal, media y parte atrás. Cada muestra tenía un peso promedio de 2 kg de suelo para la determinación de las características químicas, biológicas y físicas. Además, se construyeron tres calicatas para su caracterización. En cada horizonte superficial del perfil se tomó una muestra para los análisis físicos y químicos; y sólo se usó el horizonte superficial para el análisis biológico. Las calicatas fueron

codificadas y georeferenciadas mediante la utilización de GPS. Se utilizó un formulario para la recolección de datos en las calicatas.

Los estudios fueron realizados durante el período marzo a noviembre 2011, siguiendo el proceso de descenso a la finca, delimitación del área, marcado de los sitios de muestreo, lectura de perfil, toma de muestras, análisis de laboratorio y establecimiento de las recomendaciones de manejo de los suelos para la producción de cacao.

2.3 Parámetros evaluados

El análisis químico de las muestras de suelo incluyó valores de pH en agua 1:2, materia orgánica (%), conductividad eléctrica (mmhos/cm), contenidos de N, P₂O₅, K₂O, cationes intercambiables (Mg, Ca, K, Na, Al), micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu). A cada muestra se le determinó la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE), relaciones de Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K, acidez cambiante (H, Al), porcentajes de saturación de sodio, aluminio, calcio, magnesio y potasio (PS-Na, Al, Ca, Mg y K), estos análisis se realizaron de acuerdo con las normas y procedimientos del Laboratorio de Análisis de Suelo CENTA-IDIAF.

El análisis físico incluyó textura (%) por el método del Bouyucos, color mediante Tabla Munsell, estructura por observación de agregados, densidad aparente por método del anillo en g/cm³, porosidad (%) por relación densidad aparente y densidad real, capacidad de campo por el método del plato poroso a un 1/3 de ATM y punto de marchitez permanente (atmósfera) por el método de la membrana de presión a 15 ATM y saturación (%) por pasta saturada.

El análisis biológico incluyó las poblaciones totales de bacterias, hongos y actinomicetos (metodología recuento directo por dilución en Plato Petri (Clark, 1965). Además, se determinó la población de nematodos.

En las tres calicatas, se determinó color y espesor de los horizontes (profundidad). El espesor se midió con cinta métrica. A cada muestra de suelo tomada en la calicata se le determinó textura al tacto y laboratorio, estructura, contenidos de materia orgánica, humedad, actividad biológica, presencia de raíces, rocosidad, pedregosidad, concreciones y cutanes, carbonatos. Además, se anotaron informaciones generales sobre cada sitio (identificación del perfil, codificación, localización, georeferenciación, fecha, relieve, material geológico, erosión, usos del suelo, vegetación natural, hidrología). Finalmente, en cada finca se determinó la pendiente del suelo (%) mediante observación visual y uso de clinómetros.

2.4 Análisis de datos

Las informaciones obtenidas fueron tabuladas con el software Excel y se presentan en tablas, según los resultados de laboratorio para las variables en estudio. Para los resultados de análisis químico se usó estadística descriptiva de promedios. Luego, se preparó un informe y se remitió al Ministerio de Agricultura de la República Dominicana.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Estudio de perfiles de suelos en calicatas

Generalidades

La Sabana de la Vega Real - Moca es una extensa llanura disectada por varios arroyos y ríos profundos, abarca los mejores suelos del valle del Cibao. Son suelos arcillosos, fértiles, muy productivos. En estos dominan los Vertisoles oscuros (Pellusterts). Son moderadamente bien o imperfectamente drenados. Los suelos de Sabaneta se presentan en planicie, con pendientes suaves. Se han originado a partir de rocas ígneas, que han formado suelos profundos. Han sido clasificados taxonómicamente dentro de subgrupo Cromusterts acuico.

Descripción perfil I

En términos físicos, presenta un epipedón (Ap) de 10 cm de profundidad (0-10 cm) de color negro (10YR2/1). Textura franco-arcillosa, estructura en bloques angulares gruesos y fuertes, consistencia friable. Escasas concreciones de Fe y Mn. Abundantes raíces medias y finas. Actividad biológica alta. Limite claro y plano. No reacción al HCl. pH de 6.08. Este descansa sobre un horizonte de color negro (10YR2/1) en húmedo y de 30 cm (10-40 cm) de espesor. Textura arcillosa, estructura en bloques subangulares gruesos y moderados. Con presencia de Slikenside. Raíces moderadas y finas. Actividad biológica moderada. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 7.01. Finalmente, aparece un horizonte sobre los 40 cm de profundidad que presenta un color marrón (10TR4/3). Textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y moderados. Escasas raíces. Actividad biológica muy baja. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 8.10 (Figura 2, Tabla 1).



Figura 2. Perfil I de finca de Sabaneta del Idiaf.

Tabla 1. Descripción del perfil típico I de la finca de Sabaneta del Idiaf.

Identificación del perfil	FI-1
Altitud	77 msnm
Localización	Sabaneta, La Vega Latitud:19Q0344973 Longitud: utm2123946
Fisiográfica	Llanura de la parte occidental del Valle del Cibao
Relieve y Pendiente	Plano, menos de 1 a 2 %
Material Parental	Rocas igneas
Vegetación o uso de la tierra	Producción cultivos alimenticios: yuca
Erosión	Mínima
Pedregosidad y/o rocosidad	No
Drenaje natural	Lento
Clasificación taxonómica:	
Orden	Vertisol
Sub grupo	Cromudert acuico
Profundidad y descripción de horizontes	
0-10 cm (Ap)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillo arenosa, estructura en bloques angulares gruesos y fuertes, consistencia friable. Escasas concreciones de Fe y Mn, abundante raíces medias y finas, alta actividad biológica, limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 6.08.
10- 40 cm (B)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares gruesos y moderados. Presencia de sliken side. Raíces moderadas y finas. Actividad biológica moderada. Limite claro y suave. No reacción al HCl y pH de 7.01.
+40 cm	Color marrón (10Y4/3) en húmedo, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y moderados. Raíces escasas. Actividad biológica baja. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 8.10.

Desde el punto de vista químico, el epipedón presenta una capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) de 19.12 meq/100 g de suelo, encontrándose dentro de los niveles deseables (5 a 30 meq/100 g de suelo), por lo tanto, en sentido general presenta una fertilidad natural buena. En relación con el porcentaje de saturación de bases, el potasio se presenta bajo, calcio adecuado (46.47 %) y magnesio muy alto (52.28 %); el contenido de materia orgánica es adecuado (4.36 %). No presenta carbonatos libres, ni problemas de salinidad; el pH es ligeramente ácido (6.08). De los micronutrientes, el hierro, zinc y manganeso se presentan por debajo de los ni-

Tabla 1. Descripción del perfil típico I de la finca de Sabaneta del Idiaf.

Identificación del perfil	FI-1
Altitud	77 msnm
Localización	Sabaneta, La Vega Latitud:19Q0344973 Longitud: utm2123946
Fisiográfica	Llanura de la parte occidental del Valle del Cibao
Relieve y Pendiente	Plano, menos de 1 a 2 %
Material Parental	Rocas igneas
Vegetación o uso de la tierra	Producción cultivos alimenticios: yuca
Erosión	Mínima
Pedregosidad y/o rocosidad	No
Drenaje natural	Lento
Clasificación taxonómica:	
Orden	Vertisol
Sub grupo	Cromudert acuico
Profundidad y descripción de horizontes	
0-10 cm (Ap)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillo arenosa, estructura en bloques angulares gruesos y fuertes, consistencia friable. Escasas concreciones de Fe y Mn, abundante raíces medias y finas, alta actividad biológica, limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 6.08.
10- 40 cm (B)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares gruesos y moderados. Presencia de sliken side. Raíces moderadas y finas. Actividad biológica moderada. Limite claro y suave. No reacción al HCl y pH de 7.01.
+40 cm	Color marrón (10YR4/3) en húmedo, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y moderados. Raíces escasas. Actividad biológica baja. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 8.10.

Desde el punto de vista químico, el epipedón presenta una capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) de 19.12 meq/100 g de suelo, encontrándose dentro de los niveles deseables (5 a 30 meq/100 g de suelo), por lo tanto, en sentido general presenta una fertilidad natural buena. En relación con el porcentaje de saturación de bases, el potasio se presenta bajo, calcio adecuado (46.47 %) y magnesio muy alto (52.28 %); el contenido de materia orgánica es adecuado (4.36 %). No presenta carbonatos libres, ni problemas de salinidad; el pH es ligeramente ácido (6.08). De los micronutrientes, el hierro, zinc y manganeso se presentan por debajo de los ni-

Relaciones:

Calcio/Magnesio	0.89	0.66	0.60	2-6
Magnesio/potasio	139.46	254.00	109.91	3-12
Calcio+magnesio/potasio	263.44	410.50	281.22	10-40
Textura	AR	A	FA	-

Descripción perfil 2

En términos físicos, presenta un epipedón (Ap) de 0-15 cm de profundidad de color negro (10YR2/1). Textura franco-arcillosa, estructura en bloques angulares gruesos y fuertes, consistencia friable. Escasas concreciones de Fe y Mn. Abundantes raíces medias y finas. Actividad biológica alta. Limite claro y plano. No reacción al HCl. El pH de 6.49. Este descansa sobre un horizonte de color negro (10YR2/1) en húmedo, de 32 cm de espesor (10-42 cm). Textura arcillosa, estructura en bloques subangulares gruesos y moderados. Con presencia de Slikenside. Raíces moderadas y finas. Actividad biológica moderada. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 7.32. Finalmente, aparece un horizonte sobre los 42 cm de profundidad que presenta un color marrón (10YR4/3). Textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y moderados. Escasas raíces. Actividad biológica muy baja. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 6.91 (Figura 3, Tabla 3).



Figura 3. Perfil 2 de la finca de Sabaneta del Idiaf.

Tabla 3. Descripción del perfil típico 2 de la finca de Sabaneta del Idiaf.

Identificación del perfil	FI-2
Altitud	79 msnm
Localización	Sabaneta, La Vega Latitud:19Q0344979 Longitud: utm2123807
Fisiográfica	Llanura de la parte Occidental del Valle del Cibao
Relieve y Pendiente	Plano, menos de 1 a 2 %
Material Parental	Roca ígnea
Vegetación o uso de la tierra	Producción cultivos alimenticios: yuca
Erosión	Mínima
Pedregosidad y/o rocosidad	No
Drenaje natural	Lento
Clasificación taxonómica:	
Orden	Vertisol
Sub grupo	Cromudert acuico
Profundidad y descripción de horizontes	
0-15 cm (Ap)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillo arenosa, estructura en bloques angulares gruesos y fuertes, consistencia friable. Escasas concreciones de Fe y Mn, abundante raíces medias y finas, alta actividad biológica, límite claro y ondulado. No reacción al HCl y pH de 6.49.
15- 42 (B)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares gruesos y moderados. Presencia de sliken side. Pocas raíces medianas y finas. Actividad biológica moderada. Limite claro y suave. No reacción al HCl y pH de 7.32
+42 cm	Color marrón (10YR4/3) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y moderados. Raíces muy escasas. Actividad biológica baja. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 6.91.

Desde el punto de vista químico, el epipedón presenta una capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) de 10.47 meq/100 g de suelo, encontrándose dentro de los niveles deseables (5 a 30 meq/100g de suelo), por lo tanto, en sentido general presenta una fertilidad natural buena. En relación con porcentaje de saturación de bases, el potasio se presenta bajo (menos de 2 %), calcio bajo (menos de 65 %) y magnesio muy alto (más de 10 %)); el contenido de materia orgánica es adecuado (entre 3 y 7 %). No presenta carbonatos libres, ni problemas de salinidad; el pH es ligeramente ácido (6.49). De los micronutrientes, el hierro y el zinc se presentan bajos, manganeso adecuado y cobre alto. El fósforo se encuentra bajo (menos de 20 ppm); y presenta una textura arcillosa (Tabla 4).

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del perfil típico 2.

Propiedades del suelo	Niveles			Niveles deseables
	0-15 cm	15-42 cm	42+ cm	
Materia orgánica %	3.05	0.66	0.66	3-7
pH en agua (1:2)	6.49	7.32	6.91	5.5-7
Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)	0.12	0.31	0.26	<0.7
Fósforo (P) ppm	9.15	1.04	0.74	20-50
Acidez extraíble (H+Al) meq/100 ml	0.20	0.00	0.00	<0.6
Potasio (k) me/100 ml	0.05	0.05	9.15	0.3-0.8
Calcio (Ca) meq/100 ml	5.01	5.01	11.08	4-30
Magnesio (Mg) meq/100 ml	5.07	5.07	1.02	1.8
Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) Meq/100 g de suelo	10.47	15.57	14.60	5-30
Micronutrientes:				
Hierro (Fe) ppm	9.11	22.15	3.10	20-80
Zinc (Zn) ppm	1.02	0.50	0.42	4-12
Manganeso (Mn) ppm	8.27	<0.01	<0.01	5-35
Cobre (Cu) ppm	11.08	1.54	1.55	1-6
Saturación de Cationes:				
Potasio %	0.50	1.04	0.70	2-6
Calcio %	47.66	37.74	37.72	65-80
Magnesio %	48.39	59.22	59.39	10-15
Aluminio %	0.00	0.00	0.00	<0.8
Relaciones:				
Calcio/Magnesio	0.99	0.64	0.64	2-6
Magnesio/potasio	97.56	255.05	334.01	3-12
Calcio+magnesio/potasio	194.07	417.57	546.17	10-40
Textura	A	A	A	-

Descripción del perfil 3

En términos físicos, presenta un epipedón (Ap) de 40 cm de profundidad (0-40 cm) de color negro (10YR2/1). Textura arcillo arenosa, estructura granular. Escasas concreciones de Fe y Mn. Abundantes raíces medias y finas. Actividad biológica alta. Límite claro y plano. No reacción al HCl. pH de 6.85. Este descansa sobre un horizonte de color negro (10YR2/1) en húmedo y de 30 cm (40-70 cm) de espesor. Textura arcillosa, estructura en bloque subangulares gruesos y moderados. Con presencia de Slikenside, presencia de raíces moderadas y finas. Actividad biológica moderada. Límite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 7.12. Finalmente, aparece un horizonte sobre los 70 cm de profundidad que presenta un color marrón (10YR4/3). Textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y moderados. Escasas raíces. Actividad biológica muy baja. Límite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 7.57 (Figura 4, Tabla 5).



Figura 4. Perfil 3 de la finca de Sabaneta del Idiaf.

En término químico, el epipedón presenta una capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) de 19.12 meq/100 g de suelo, encontrándose dentro de los niveles deseables (5 a 30 meq/100g de suelo), por lo tanto, en sentido general presenta una fertilidad natural buena. En relación con el porcentaje de saturación de bases, el potasio se presenta bajo, calcio adecuado (45.68 %) y magnesio muy alto (51.91 %); el contenido de materia orgánica es bajo (1.27 %). No presenta carbonatos libres, ni problemas de salinidad; el pH es ligeramente ácido (6.85). De los micronutrientes, el hierro, zinc y manganeso se presenta por debajo de los niveles mínimos deseables, mientras que el cobre se presenta adecuado; el fósforo se encuentra muy bajo; y presenta una textura arcillo arenosa (Tabla 6).

Tabla 5. Descripción del perfil típico 3 de la finca de Sabaneta del Idiaf.

Identificación del perfil	FI-3
Altitud	80 msnm
Localización	Sabaneta, La Vega Latitud:19Q0344934 Longitud: utm2123502
Fisiográfica	Llanura de la parte Occidental del Valle del Cibao
Relieve y Pendiente	Plano, menos de 1 a 2 %
Material Parental	Roca ígnea
Vegetación o uso de la tierra	Producción cultivos alimenticios: yuca
Erosión	Mínima
Pedregosidad y/o rocosidad	No
Drenaje natural	Lento
Clasificación taxonómica:	
Orden	Vertisol
Sub grupo	Cromudert acuico
Profundidad y descripción de horizontes	
0-40 cm (Ap)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillo arenosa, estructura granular. Escasas concreciones de Fe y Mn, abundante raíces medias y finas, alta actividad biológica, limite claro y ondulado. No reacción al HCl y pH de 6.85.
40-70 (B)	Color negro (10YR2/1) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares gruesos y moderados. Raíces moderadas y finas. Actividad biológica moderada. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 7.12.
+70 cm	Color marrón (10YR4/3) en húmedo, textura franco-arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y moderados. Raíces escasas. Actividad biológica baja. Limite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 7.57

Tabla 6. Propiedades físicas y químicas del perfil típico 3.

Propiedades del suelo	Niveles			Niveles deseables
	0-10 cm	10-40 cm	40+ cm	
Materia orgánica %	1.27	2.82	0.58	3-7
pH en agua (1:2)	6.85	7.12	7.57	5.5-7
Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)	0.07	0.27	0.10	<0.7
Fósforo (P) ppm	0.89	1.48	1.93	20-50
Acidez extraíble (H+Al) meq/100 ml	0.00	0.00	0.00	<0.6
Potasio (k) me/100 ml	0.04	0.06	0.05	0.3-0.8
Calcio (Ca) meq/100 ml	5.47	9.14	5.64	4-30
Magnesio (Mg) meq/100 ml	6.21	10.01	8.02	1.8
Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) Meq/100 g de suelo	19.12	19.70	14.25	5-30
Micronutrientes:				
Hierro (Fe) ppm	5.77	4.43	1.13	20-80
Zinc (Zn) ppm	0.49	0.47	0.73	4-12
Manganeso (Mn) ppm	<0.001	1.57	0.10	5-35
Cobre (Cu) ppm	2.86	4.07	1.24	1-6
Saturación de Cationes:				
Potasio %	0.35	0.28	0.30	2-6
Calcio %	45.68	46.40	39.60	65-80
Magnesio %	51.91	51.69	56.24	10-15
Aluminio %	0.00	0.00	0.00	<0.8
Relaciones:				
Calcio/Magnesio	0.88	0.90	0.70	2-6
Magnesio/potasio	147.61	183.31	170.92	3-12
Calcio+magnesio/potasio	277.50	347.85	298.28	10-40
Textura	AR	A	AF	-

3.2 Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

Propiedades físicas

La densidad aparente del suelo decrece con la profundidad. Estos valores coinciden con lo reportado para este tipo de textura. En general, la densidad aparente fue entre 1.21-1.30 gr/cm³. Se observó, además, diferencia en el espesor de los horizontes, siendo más delgados en la superficie y aumentando su espesor con la profundidad.

En relación con las variables porcentaje de poros, retención de humedad a tres atmósferas (1/3, 2/3 y 15) y porcentaje de saturación no se observaron diferencias (Tabla 7). La textura de los horizontes superficiales perturbados varía desde franco arcilloso a franco arcillo limoso (Tabla 8). En general, estos suelos son muy frágiles desde el punto de vista físico. Estos se endurecen fácilmente cuando se secan. Los mismos pierden humedad rápidamente, se agrietan y se convierten en suelos con limitaciones de manejo, causando problemas de desarrollo al cultivo, si no se maneja el sistema de drenaje adecuadamente. Sin embargo, el cultivo de cacao puede desarrollarse en estos suelos, si se considera una mejoría en el sistema de drenaje.

Propiedades químicas

Los suelos estudiados son ligeramente ácidos en superficie, sin problemas de salinidad, bajos contenidos de bases y de P; y niveles adecuados de MO. Los contenidos de Fe, Mn, Cu y Zn no representan niveles altos y, por lo tanto, no se producen problemas de toxicidad, al contrario, se debe incrementar los contenidos de Zn (Tabla 9). Los niveles de fertilidad son bajos y, por lo tanto, en la fase inicial de establecimiento del cacao se recomienda la aplicación de fertilizantes. El plan de fertilización de la plantación en fase de crecimiento deberá de elaborarse luego de los tres meses de establecimiento de la plantación.

Propiedades biológicas

El horizonte A (uno) en los sitios uno y dos mostró valores más altos de C biomásico (CB) que los demás horizontes. Mientras que en el sitio tres, el contenido de CB fue mayor en el horizonte dos (C3H2). En relación con el NB, no se observó el mismo patrón; en este caso, los perfiles del suelo de los sitios uno y dos mostraron mayor cantidad de NB en el horizonte dos; el sitio tres no presentó diferencia entre los tres horizontes en el contenido de NB (Tabla 10). En relación con los valores de respiración microbiana, en los sitios uno y dos se reportan valores más altos en el horizonte superior; y en el sitio tres, la respiración más alta ocurrió en el horizonte dos. Esta diferencia del sitio tres con relación a los otros dos sitios podría atribuirse a que en el horizonte dos del sitio tres se encontraron residuos en descomposición, luego de finalizada la cosecha del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). En la Tabla 11, se observa que la mayor presencia de aerobios mesófilos se presentó en los horizontes dos, de los sitios dos y tres con 6.77 y 6.66 Log UFC/g, respectivamente. Mientras, la cantidad de los hongos y levaduras fue similar en los tres epipedones de los tres sitios, con aproximadamente 3 Log UFC/g y la cantidad de actinomicetos fue similar en todos los sitios y horizontes, con aproximadamente 5 Log UFC/g.

La mayor presencia de nematodos ocurrió en el horizonte uno de los tres sitios, con 100 individuos en C1H1, 100 en C2H1 y 23 en C3H1 para un total de 223 individuos. El horizonte dos de los sitios presentó menor cantidad de nematodos que el horizonte tres, excepto en el sitio dos, en el cual el segundo superó al tercero (Tablas 11 y 12). En relación con los sitios, la mayor cantidad de nematodos fue ob-

servada en el sitio dos, con 134, seguido del sitio uno, con 119; y la menor cantidad se observó en el sitio tres, con 51. El género de nematodo dominante fue *Rhabditida* (278 individuos en los tres sitios), que es un bacterívoro asociado a plantas, lo que podría ser atribuido a la presencia de residuos del cultivo de yuca al momento de realizar el estudio (Tabla 12). En menor proporción se encontró *Dorylaimida* (5), *Helicotylenchus* (7), *Meloidogyne* (3), *Araeolaimida* (2). No obstante, estas poblaciones de nematodos no representan un riesgo para el establecimiento de las plantas de cacao; y en caso de un aumento, se recomienda el uso de productos químicos no nocivos para el ambiente.

3.3 Recomendaciones de manejo

En base a los resultados sobre caracterización de los suelos de la estación Sabaneta, se recomienda el uso de estos para la producción de cacao, sin ningún tipo de limitaciones físicas, excepto en los periodos lluviosos por el tipo de orden dominante. En estos casos, se requerirá la construcción de drenajes profundos para facilitar la adaptación y crecimiento del cultivo. Además, es recomendable la preparación de un programa de nutrición a cinco años, incrementando las dosis con las etapas fenológicas del cultivo.

Tabla 7. Propiedades físicas del suelo a diferentes profundidades y horizontes (3 calicatas).

Código Muestras	Profundidad (cm)	Densidad aparente gr/cm ³	Porosidad %	Saturación %	CC 1/3 atm	PMP 15 atm	Humedad 2/3 atm
C1H1	0 - 10	1.23	46.52	66.00	31.98	18.46	26.06
C1H2	10 - 40	1.28	44.35	85.00	31.05	17.80	26.19
C1H3	+ 40	1.30	43.48	70.00	31.62	18.24	26.25
C2H1	0 - 15	1.22	46.40	65.00	31.90	18.40	26.00
C2H2	15 - 42	1.25	44.30	84.00	31.00	17.75	26.20
C2H3	+ 42	1.28	43.40	69.00	31.60	18.20	26.30
C3H1	0 - 40	1.21	46.50	65.90	31.95	18.50	26.04
C3H2	40 - 70	1.26	44.33	85.00	31.07	17.75	26.21
C3H3	+ 70	1.27	43.45	71.00	31.58	18.20	26.23

CC = Capacidad de campo (CC); PMP = punto de marchitez permanente
Atm = atmósfera; C= calicata y H = horizonte.

Tabla 8. Textura y porcentajes de arena, limo y arcilla.

Muestras	Textura			Clase
	% Arena	% Limo	% Arcilla	
1	28	37	35	FA
2	18	48	34	FAL
3	21	41	39	FAL
Promedio	22.09	41.81	36.09	-

1= Sector frontal de la finca, 2= sector alcantarilla, 3= Sector guayaba

Tabla 9. Propiedades químicas de las muestras de suelo.

Código/sitio	pH	CE	Ca	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹ de suelo						
				Mg	K	Na	H,Al	CICE	Ca/Mg	Mg/K
1	5.55	0.15	5.51	5.47	0.05	0.11	0.20	11.34	1.01	105.58
2	5.62	0.26	7.89	7.11	0.16	0.18	0.00	15.34	1.11	44.59
3	6.15	0.21	8.66	9.99	0.09	0.29	0.00	19.02	0.87	112.40
Promedios	5.77	0.20	7.35	7.52	0.10	0.19	0.07	15.24	0.99	87.52

1 = Sector frontal de la finca, 2 = sector alcantarilla, 3 = Sector guayaba. CE = conductividad eléctrica, Ca = calcio, Mg = magnesio, K = potasio, Na = sodio, H,Al = acidez, CICE = Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva.

Continúa Tabla 9. Propiedades químicas de las muestras de muestras de suelo.

Código	Ca+Mg/K	PS-Al	PS-Na	PS-Ca	PS-Mg	PS-K	ppm					MO %
							Fe	Mn	Cu	Zn	P	
1	212.04	1.76	1.00	48.59	48.19	0.46	82.73	4.85	9.58	0.99	17.78	3.13
2	94.04	0.00	1.17	51.42	46.36	1.04	62.84	4.00	6.44	1.21	2.37	3.28
3	209.92	0.00	1.51	45.53	52.49	0.47	21.71	3.87	7.14	0.88	2.22	3.67
Promedios	172.00	0.59	1.23	48.52	49.01	0.65	55.76	4.24	7.72	1.03	7.46	3.36

1 = Sector frontal de la finca, 2 = sector alcantarilla, 3 = Sector guayaba, Ca = calcio, Mg = magnesio, K = potasio, PS= porcentaje de saturación, Na = sodio, Al = aluminio, Fe = hierro, Mn= manganeso, Cu = cobre, Zn = zinc, P = fósforo y MO = materia orgánica.

Tabla 10. Respiración microbiana y contenidos de N y C biomásico.

Identificación	Profundidad (cm)	% Humedad	Contenidos de C y N biomásico (mg kg ss)		Respiración microbiana a los 10 días Σ CO ₂ (mg.100g ⁻¹)
			C	N	
C1H1	0 - 10	77.23	15.13	0.10	177.64
C1H2	10 - 40	78.76	6.49	0.21	95.27
C1H3	+ 40	78.46	3.20	0.10	147.92
C2H1	0 - 15	77.85	6.22	0.05	177.56
C2H2	15 - 42	79.74	3.40	0.22	140.92
C2H3	+ 42	78.65	6.45	0.05	105.54
C3H1	0 - 40	77.63	3.08	0.05	103.68
C3H2	40 - 70	79.61	16.89	0.05	110.27
C3H3	+ 70	78.72	9.71	0.05	84.25

C= calicata y H = horizonte.

Tabla 11. Microorganismos presentes en las muestras de suelos a diferentes profundidades.

Identificación	Profundidad cm	Número total nematodos	Microorganismos (Log UFC/g)		
			Aerobios mesofilicos	Hongos y levaduras	Actinomicetos
C1H1	0 - 10	100	5.40	3.90	5.48
C1H2	10 - 40	8	5.00	-	5.00
C1H3	+ 40	11	6.56	-	-
C2H1	0 - 15	100	5.48	3.50	5.54
C2H2	15 - 42	23	6.77	2.70	5.48
C2H3	+ 42	11	6.26	-	5.30
C3H1	0 - 40	23	6.15	3.00	5.18
C3H2	40 - 70	8	6.66	3.00	-
C3H3	+ 70	20	5.48	-	-

C= calicata y H = horizonte, - = no observado

Tabla 12. Grupos tróficos de nematodos en el suelo a diferentes profundidades.

Género	Grupo	Cantidad de nematodos por género y grupo/horizonte								
		C1H1	C1H2	C1H3	C2H1	C2H2	C2H3	C3H1	C3H2	C3H3
<i>Araeolaimida</i>	Bacterívoro	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Dorylaimida</i>	Omnívoro	-	-	-	2	2	-	-	-	1
<i>Helicotylenchus</i>	Parásito plantas	-	1	-	7	-	-	-	-	-
<i>Meloidogyne</i>	Parasito plantas	-	-	-	1	-	-	3	-	2
<i>Radophulus</i>	Parásito de plantas	-	-	-	0	3	-	-	-	-
<i>Rhabditida</i>	Bacterívoro	100	7	11	90	18	11	16	8	17
<i>Tylenchus</i>	Asociado a plantas	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Total		100	8	11	100	23	11	23	8	20

C= calicata y H = horizonte

IV. CONCLUSIONES

Los suelos en estudio son recomendables para la siembra de cacao, ya que no presentan limitaciones físicas. No obstante, se recomienda mejorar el sistema de drenaje de estos suelos para facilitar la adaptación y crecimiento del cultivo. Además, es recomendable la preparación de un programa de nutrición a cinco años.

V. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al encargado de la finca experimental del Idiaf, por dar facilidades para la ejecución del estudio a nivel de campo. Al Ministerio de Agricultura y al Idiaf, por el financiamiento del estudio.

VI. REFERENCIAS

- Clark, F.J. 1965. Agar-Plate Method for total microbial count Part 2. Chemical and microbiological properties. (D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger and F. E., Clark, eds.), Vol. 9, pp. 1460-1466. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin USA.
- CERDA, B.R.H. 2008. Calidad de suelos en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), banano (Musa AAA) y plátano (Musa AAB) en el valle de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Magister, CATIE, Costa Rica. 66 p.
- Núñez, P., Cuevas, B. 2004. Especies arbóreas de valor comercial y cultivos alimenticios presentes en cafetales de las provincias Monseñor Novel y La Vega. Agroforestería. Resultados de investigación. IDIAF. 1:1-27.

ANEXOS

Anexo I. Fotos de campo



Foto 1. Vista del sector 3 La Guayaba.



Foto 2. Vista panorámica del suelo cubierto de malezas.



Foto 3. Vista del sector frontal I de la finca.



Foto 4. Vista del sector 2 la alcantarilla.



Instituto Dominicano de investigaciones Agropecuarias y Forestales
(Idiaf)

