

Evaluación de Índices de Calidad de suelos cultivados con banano en fincas comerciales típicas del valle de Sula, Honduras.

Juan Pablo Ochoa Burgos

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre, 2004.

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

**Evaluación de Índices de Calidad de suelos
cultivados con banano en fincas comerciales
típicas del valle de Sula, Honduras.**

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

Presentado por

Juan Pablo Ochoa Burgos

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2004

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Juan Pablo Ochoa Burgos

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

Evaluación de Índices de Calidad de suelos cultivados con banano en fincas comerciales típicas del valle de Sula, Honduras.

Presentado por:

Juan Pablo Ochoa Burgos

Aprobada:

Carlos Gauggel, PH. D
Asesor Principal

Abelino Pitty, PH. D.
Coordinadora del Area de
Fitotecnia

Gloria Arévalo de Gauggel M.Sc
Asesor secundario

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinar de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Odilo Duarte, Dr. Sci. Agr., M.B.A.
Asesor secundaio

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Eduardo Gurdian, Ing. Agr.
Asesor secundario

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

DEDICATORIA

A Dios por su grata compañía en todo momento.

A mis padres por su esfuerzo y apoyo constante e incondicional.

A mis hermanos por darme ánimo y apoyo.

Al doctor Gauggel, ingeniero Arévalo, ingeniero Gurdian, ingeniero Barahona e ingeniero Flores por su paciencia, guía, apoyo y amistad brindada durante todo el proceso de tesis.

A mis amigos Zamoranos, que de una u otra forma me ayudaron a la realización de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar debo agradecer a Dios por haberme dado las fuerzas para luchar durante estos 4 años fuera de casa, por su grata compañía y guía.

A mis papás, Enrique y Gina, por su apoyo, comprensión, amor y confianza brindada día a día.

A mis hermanos, Patsy, Damien y Susana, por su confianza y apoyo durante toda mi vida.

Al doctor Gauggel por su amistad, bromas, confianza y apoyo brindados en este último año de mi carrera.

A la ingeniera Arévalo por su amistad, apoyo, exigencia y ayuda durante la realización de tesis.

Al ingeniero Barahona por su amistad y colaboración en los viajes a Progreso, y por enseñarme como debo hacer mi toma de datos.

Al ingeniero Gurdíán por su amistad y por ayudarme a analizar mis datos y a elaborar mis conclusiones.

A la ingeniera Flores por enseñarme muchas cosas de las prácticas del laboratorio.

Al personal del laboratorio de suelos Jacqueline, Martha y Rosa por su enseñanza y apoyo.

A los ingenieros Elio Caballero, Eduardo Núñez y Francisco Maradiaga por haberme ayudado en el transporte hacia los diferentes lugares para la toma de datos en la Standard Fruit Company.

A mis compañeros y amigos tesisistas Carlos García, Sayra Lemus, Vicente Reyes, Alejandro Coello, Thelma Brenes, Arturo Varela, Saulo Zeledón, Marcial Valeriano Gabriel Girón y Alejandro López, por haberme brindado la oportunidad de trabajar a su lado y su apoyo en la parte práctica, teórica y moral de la tesis, y por la amistad brindada.

A Ana Gabriela Ramírez por su hermosa compañía y amor brindado durante todo un año, y por haber sido la mujer más maravillosa que he conocido.

RESUMEN

Ochoa Juan. 2004. Evaluación de Índices de Calidad de suelos cultivados con banano en fincas comerciales típicas del Valle de Sula, Honduras. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano. Honduras. 31 p.

La producción de cualquier cultivo está limitada en gran medida por la falta de conocimiento de los diferentes factores que limitan un adecuado desempeño de las especies vegetales; estos factores pueden ser físicos, químicos y biológicos. Por ello en la agricultura moderna se ha comenzado a estudiar y analizar estos factores con la finalidad de maximizar la producción por unidad de área, para lo cual se ha considerado plantear los Índices de Calidad de suelos. El objetivo principal fue validar los Índices de Calidad de suelos ya desarrollados en El Zamorano, caracterizando propiedades físicas, químicas y morfológicas del suelo y estableciendo su relación con los rendimientos de banano. El estudio se realizó en el Valle de Sula, Honduras. (Santa Rita, Yoro y San Manuel Cortés). Se establecieron tres tratamientos según los niveles de rendimientos, analizando mediante una correlación entre variables de rendimiento y calidad y los índices del suelo un total de 12 unidades experimentales. No se encontraron correlaciones entre las variables estudiadas, lo que se pudo deber a la falta de consideración de factores ambientales y de manejo en los índices, lo que no quiere decir que no se pueda usar estos índices en este cultivo, ya que se pudo mostrar cierta relación entre los rendimientos y los índices, como en el caso de zonas de bajo rendimiento que correspondían a lugares con suelos pobres en cuanto a características morfológicas, físicas y químicas. No se encontró una correlación ($P > 0.05$) entre los índices y propiedades del suelo en las áreas estudiadas (producción alta, media y baja). La falta de correlación entre índices y propiedades edáficas probablemente se deba a factores de manejo (riego, fertilización, desmanes) que influyeron fuertemente en el rendimiento pero que no se consideran en los índices de calidad y salud de suelos. Los índices de salud de suelos indican que los suelos son saludables y que tienen un alto potencial de producción de biomasa; además, se estableció una relación entre estos y la condición de rendimiento del cultivo. Se recomienda incorporar, tanto en los índices de calidad como en los de salud de suelos, factores de manejo como riego, fertilidad, prácticas de desmane, poblaciones (distribución y densidad) y también factores climáticos; además de aplicar materia orgánica para mantener los niveles del suelo cerca del 6%, acondicionar físicamente los suelos masivos y compactos que se presentan frecuentemente en la finca Productora, por medio de un subsoleo profundo y cruzado a un ángulo de 45 grados.

Palabras Claves: actividad biológica, estructura, macronutrientes, micronutrientes, textura.

Abelino Pitty, PH. D.

CONTENIDO

Portada	i
Portadilla	ii
Auditoria	iii
Página de firmas	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Contenido	viii
Indice de cuadros.....	x
Indice de Figuras	xi
Indice de anexos.....	xii
Introducción.....	1
MATERIALES Y METODOS.....	3
Ubicación del estudio.....	3
Recolección de datos en el campo.	3
Estudio de suelos	3
Salud de Suelos.....	4
Unidades experimentales y tratamientos.....	5
Diseño experimental y tratamientos.....	5
Variables a medir	6
Análisis estadístico.....	6
RESULTADOS Y DISCUSION.....	7
Caracterización morfológica, física y química de suelos.....	7
Indices de calidad de los suelos de la Finca Guanchias, Valle de Sula, Honduras	19
Indices de salud de suelos	20
Relación entre índices y condición del suelo.....	13
CONCLUSIONES	27

RECOMENDACIONES	28
ANEXOS	29
BIBLIOGRAFIA	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Propiedades y pesos usados para la evaluación de los índices de calidad morfológicos y físicos.	4
2. Propiedades y pesos usados para la evaluación de los índices de calidad químicas.	4
3. Propiedades y pesos usados para la evaluación de los índices de calidad morfológicos y físicos.	5
4. Descripción detallada de las calicatas de la finca Guanchias.....	8
5. Descripción detallada de las calicatas de la finca Cedros.	11
6. Descripción detallada de las calicatas de la finca Casmul	13
7. Análisis químico de los suelos de las fincas estudiadas.	14
9. Índices de calidad actual, potencial y el promedio por condición de rendimiento.....	19
10. Índices de salud de suelos en diferentes niveles de rendimiento en cuatro fincas bananeras del Valle de Sula, Honduras, 2004.	23
11. Índices de Salud y Calidad del Suelo en relación con áreas de diferente condición de productividad.	21
12. Relación entre índices de calidad y salud de suelos con las variables agronómicas y de producción.	22
13. Correlaciones significativas entre los índices y variables agrológicas contra condiciones de rendimiento alto en banano en las fincas del Valle de Sula, Honduras, 2004.	24
14. Correlaciones significativas entre los índices y variables agrológicas contra condiciones de rendimiento medio en banano en las fincas del Valle de Sula, Honduras, 2004.	24
15. Correlaciones significativas entre los índices y variables agrológicas contra condiciones de rendimiento bajo en banano en las fincas del Valle de Sula, Honduras, 2004.	26

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Esquema de la condición morfológica y física de los suelos estudiados	18

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Cuestionario de salud de suelo de la finca Guanchias.....	29
2 Cuestionario de salud de suelo de la finca Cedros.	30
3 Cuestionario de salud de suelo de la finca Casmul.	31
4. Cuestionario de salud de suelo de la finca Productora.....	32
5. Índice de calidad física de los suelos de la Finca Guanchias	33
6. Índice de calidad física de los suelos de la Finca Cedros.....	33
7. Índice de calidad física de los suelos de la Finca Casmul.....	34
8 Índice de calidad física de los suelos de la Finca Productora.....	34
9. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Guanchias	35
10. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Cedros.....	35
11. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Casmul.....	36
12. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Productora.	36

INTRODUCCION

El banano es uno de los principales productos de los países de Centroamérica y de algunos de Sudamérica en cuanto a su economía y nutrición se refiere; de allí que nace la necesidad de establecer los índices de calidad de suelos para este cultivo.

Los rendimientos del banano están ampliamente influenciados por factores ambientales tales como temperatura que debe estar alrededor de 30°C; además, demandan un alto brillo solar. En suelos bien profundos, las raíces del banano pueden alcanzar una profundidad de 5 a 10 m si no existen limitantes físicas (Beugnon y Champion 1966).

La producción de cualquier cultivo está limitada en gran medida por la falta de conocimiento de los factores que limitan un adecuado desempeño de las especies vegetales; estos factores pueden ser físicos, químicos y biológicos. Por ello en la agricultura moderna se ha comenzado a estudiar y analizar estos factores con la finalidad de maximizar la producción por unidad de área, para lo cual se ha considerado plantear los Índices de Calidad de suelos.

Se define como índice de calidad de suelos a la capacidad del suelo para funcionar dentro del marco de un ecosistema para mantener la productividad biológica, manteniendo la calidad del ambiente y promoviendo la salud animal y vegetal (Doran y Parkin 1994).

Los estudios de suelos se pretenden realizar mediante diferentes métodos, comparándolos y evaluando los resultados para establecer una correlación de las características morfológicas, físicas y químicas versus la biodisponibilidad y salud del suelo, midiendo los resultados según los rendimientos obtenidos en un medio homogéneo. Los suelos son un componente de la producción, de allí que nace la necesidad de establecer los diferentes índices de calidad de suelos para este y otros cultivos.

Dichos índices se basan en una lista de características tanto físicas como químicas del suelo, las cuales se categorizan por orden de importancia y en el mismo orden se les asigna un valor, con el objetivo de cuantificar la calidad de un suelo o a su vez determinar que tipo de cultivo se adapta mejor a dicho suelo.

Se pretendió aplicar y corroborar el uso y valor de los índices de calidad ya establecidos (Gauggel 2003), relacionándolos directamente con el cultivo de banano. Como resultado de los diferentes estudios y correlaciones se intento obtener una categorización de índices confiables que permitieran al agricultor de una forma clara y sencilla aplicar las enmiendas necesarias para el tipo de suelo que éste posea o en su lugar determinar cual es el cultivo más idóneo; bajando con ello sus costos de producción y aumentando los

rendimientos, sin comprometer el equilibrio del suelo en el difícil proceso de la producción agrícola.

El objetivo principal de este estudio fue validar los índices de calidad de suelos ya desarrollados en Zamorano, caracterizando propiedades físicas, químicas y morfológicas del suelo y estableciendo su relación con los rendimientos de banano en fincas comerciales típicas del Valle de Sula, Honduras.

Como objetivos específicos se tuvieron: establecer correlaciones entre los Índices de Calidad de suelos para propiedades morfológicas, físicas y químicas determinantes en el rendimiento de banano, proponer un valor que denote la importancia de las propiedades específicas de suelos evaluados en los rendimientos del banano y evaluar la Salud de Suelos de los lugares estudiados.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el Valle de Sula, Honduras, C.A. (Santa Rita, Yoro y San Manuel Cortés), en las fincas Guanchias, Cedros, Casmul y Productora de la Standard Fruit Co., tiene una precipitación promedio anual de 1128 mm, humedad promedio anual de 75% y temperaturas oscilantes entre 21.9 y 30°C.

Recolección de datos en el campo

Estudio de suelos

Caracterización morfológico-física

Entre las características físicas y químicas, se evaluó el relieve para determinar las unidades geomorfológicas y proseguir con la realización de calicatas típicas por cada unidad experimental, con el fin de determinar las características de cada suelo: horizontes, profundidad, textura (triángulo textural USDA) (manual de levantamiento de la FAO, 1977), estructura, color (tabla Munsell), consistencia, poros, raíces, resistencia a la penetración y límites entre horizontes.

Caracterización química

Se tomaron muestras del horizonte superior para analizarlo en el WHAL (Western Hemispheric Analytical Laboratory, de la Standard Fruit Co.) en cada muestra se determinó:

- Reacción del suelo (pH), método 1:1 en agua.
- Materia orgánica y nitrógeno, método Ellie and Black.
- Macro y micro nutrientes extraídos por la solución Mehlich 3 y determinados por plasma.

Se utilizaron los Índices de Calidad de suelos ya establecidos (Gauggel, 2003) que evalúan características tales como textura, estructura, drenaje, profundidad efectiva, fragmentos gruesos, resistencia a la penetración, conductividad hidráulica, erosión y agua disponible.

Cuadro 1. Propiedades y pesos usados para la evaluación de los índices de calidad morfológicos y físicos.

Propiedades	Peso %	Máximo
Textura	0.6	6.0
Estructura	0.4	3.5
Drenaje	0.4	3.5
Profundidad efectiva	0.4	4.0
Fragmentos gruesos	0.5	4.5
Resistencia a la penetración	0.4	3.5
Conductividad hidráulica	0.4	3.5
Erosión	0.4	4.0
Agua disponible	0.5	5.0
Total		100.0
Porcentaje de calidad		37.5

Cuadro 2. Propiedades y pesos usados para la evaluación de los índices de calidad químicas.

Propiedades	Valor %	Potencial
pH	0.25	2.5
Saturación de bases	0.20	2.0
Materia Orgánica	0.40	4.0
Nitrógeno	0.40	4.0
Fósforo	0.40	4.0
Potasio	0.40	4.0
Magnesio	0.10	1.0
Calcio	0.10	1.0
Cobre	0.10	1.0
Hierro	0.10	1.0
Manganeso	0.10	1.0
Zinc	0.10	1.0
Boro	0.10	1.0
Azufre	0.10	1.0
Total		100.0
Porcentaje de calidad		28.5

Salud de Suelos

Es el estado de las propiedades dinámicas del suelo que pueden cambiar a corto plazo. Un suelo saludable es sinónimo de suelo agrícola altamente productivo.

Se determinó mediante la metodología de la Universidad de Wisconsin (Zamorano/USAID 2002) (anexo 1, 2, 3 y 4).

Cuadro 3. Propiedades y pesos usados para la evaluación de los índices de calidad morfológicos y físicos.

Calificación	Rango
Suelo saludable	3-4
Suelo de salud media	1.5-2.5
Suelo enfermo	0-1

Unidades experimentales y tratamientos.

Se evaluaron tres condiciones de producción entre: una pobre (<7 manos / racimo), de mediana (7-10 manos / racimo) y una de alta (>10 manos / racimo), cada unidad tuvo cuatro repeticiones, una en cada finca. Se ubicaron en lotes con características similares de suelos, determinadas mediante barrenaciones. En cada sitio experimental se ubicó una calicata por tipo de suelo para determinar el índice de calidad de suelos actual y potencial de cada uno y luego se tomaron los indicadores de rendimientos del cultivo y se evaluó la salud de suelos.

En cada finca se tuvieron tres repeticiones, cada una de las cuales se evaluó con una calicata y una muestra de suelo del horizonte A.

Diseño experimental y tratamientos

En este estudio no se aplicó un diseño experimental clásico, ya que se pretendió tomar datos de la relación suelo planta en grupos de 100 plantas totales, de las cuales se eligieron al azar 10 plantas recién paridas que estuvieron bajo las mismas condiciones de cultivo y suelo caracterizado por cada calicata; esto se realizó en cada una de las fincas en estudio. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS, para establecer una correlación entre rendimiento y el índice de calidad y salud de suelo determinado.

Variables a medir

Entre las variables medidas fueron: estructura, textura, color, materia orgánica, cantidad de nutrientes, pH, macro nutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio y micro nutrientes como manganeso, boro, hierro, zinc y cobre contrastadas con características como: número de manos, peso del racimo y relación racimo/caja (ratio), circunferencia del pseudotallo un metro de altura, altura del hijo a, densidad de plantación, dedos no comerciales por racimo (merma), longitud del dedo más largo/racimo, edad del racimo a la cosecha y grosor del dedo medio de la tercera mano del racimo, para lo cual se requirió que el cultivo tuviera condiciones similares tales como densidad de plantación, riego, drenaje, variedad, etc.

Análisis estadístico

Cada correlación se hizo con un tratamiento con tres repeticiones para lo cual se analizaron como un BCA mediante el paquete estadístico SAS. Este análisis se basó en un estudio de correlación entre los valores obtenidos mediante el uso de los índices de calidad de suelo y los valores de rendimientos de las plantas ya establecidas y en plena producción.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización morfológica, física y química de suelos.

Guanchias:

Morfológicas-físicas

Los suelos presentaron estructuras desde bloques sub-angulares medianos a gruesos, a bloques angulares gruesos, lo que representa un valor intermedio alto en la escala de índices de calidad, dando un valor positivo al suelo pero con gran oportunidad de mejorarlo. Tampoco presentaron limitantes de horizontes masivos con valores menores a 2.5 kg/cm^2 , buena presencia de poros de diferentes tamaños, la mayoría conectados, lo que permite gran desarrollo de raíces y drenaje interno de agua, lo cual fue confirmado por los colores pardos y la ausencia de motas.

Todas estas características se reflejan en un índice de calidad alto con baja capacidad de mejorarlo, lo que indica que este suelo es sumamente apto para el cultivo de banano en cuanto a estas propiedades (Cuadro 4).

Químicas:

El pH fue 6-7.5, lo cual es adecuado para este cultivo, lo que nos da un valor según la tabla de índices de calidad de 8 que es considerado alto y óptimo para este cultivo. El contenido de materia orgánica se encontró en valores medios a bajos limitando directamente el contenido de nitrógeno, así como la susceptibilidad del suelo a la erosión.

En relación a los macro nutrientes (P, K) se encontraron en valores altos, y los micro nutrientes en el rango óptimo en su mayoría, salvo el cobre que se encontró muy elevado, y es muy difícil su eliminación del suelo debido a que es usado como fungicida contra la Sigatoka Negra. Otro de los problemas químicos es la baja cantidad de boro presente en el suelo, problema que puede ser corregido por aplicaciones de este nutriente (Cuadro 7).

Cuadro 4. Descripción detallada de las calicatas de la finca Guanchias

Cable 27												
Unidad de mapeo	Horizonte	Prof(cm)	Color	Motas	% Tex	Est	Con Poros				Raíces	Res Li
Calicata 1	Ap	0-23	7.5 YR 4/4			FArL bsamg md	f	tb	p	g	c	gp 1.8 og
F/F+	2Bw	23-50	5 YR 3/3			FArL bsamf/grm mo	fr	tb	c	g	p	mp 1.3 pg
	2Ap	50-72	5 YR 3/2			ArL bsag md	f	v	f	mu/tb	c p mu/tb c g mu	mp 1.6 pg
	2Ap2	72-85	7.5 Yr 3/2			ArL bag md	f	tb	c	f	fr/ tb c m fr	a 1.3
Cable 15												
Calicata 2	402764E	168965 N	0-21	5 Yr 3/3		ArL bsag fu	f	tb	c	g	p/ tb c f fr	mf 2.1 pg
F+		21-63	7.5 Yr 4/3			FArL bam/gm mo	fr	tb	c	f	p/ v f mu	fp 1.5 pa
		63-93	5 Yr 4/3			ArL bsam d	mf	tb	c	f	mf p	a 2.4
Cable 43												
Calicata 3	403628E	1684662 N	0-16	5Yr 4/3		ArL bamg d	f	tb	c	f	p	mp mf 1.2 pg
F+		16-26	7.5Yr 4/3			ArL bsamg d	f	tb				mf 1.2 pg
		26-40	5Yr 4/3			FArL bsafg mo	mf	tb	c	me	mp/ v f mu	fp 1 pa
		40+	7.5Yr 4/3			ArL bamg md	f	tb	c	f	mp	mp mf 1.3

Abreviaturas: Encabezado: Cal =Calicata, U.S. =Unidad de Suelos; Hor =Horizonte; Prof =Profundidad; Tex =Textura; C.H. =Consistencia en húmedo; R.P. =Resistencia a la penetración; **Poros:** Tam =Tamaño; For =Forma; Cant =Cantidad; **Raíces:** Tam = Tamaño; Cant =Cantidad; **Límite:** Top =Topografía; Nit =Nitidez. **Textura:** A = Arenoso; FA= Franco arenoso; F= Franco; FL= Franco Limoso; L= Limoso; FArA= Franco Arcillo Arenoso; FAr= Franco Arcilloso; FArL= Franco Arcillo Limoso; ArA= Arcillo Arenoso; ArL= Arcillo Limoso; Ar= Arcilloso; AF= Arenoso franco. **Estructura:** Tipo: g: granular; ba: bloques angulares; bsa: bloques subangulares; p: prisma; m: masivo; mi: migajosa; la: laminar; c: columnar. **Grado:** d: débil; m: moderado; f: fuerte; **Clase:** mf: muy finos; f: finos; m: medianos; g: gruesos; mg: muy gruesos. **Consistencia:** En mojado: npg: no pegajoso; lpg: ligeramente pegajoso; pg: pegajoso; mpg: muy pegajoso. **Plasticidad:** np: no plástico; lp: ligeramente plástico; p: plástico; mp: muy plástico. **En húmedo:** s: suelto; mf: muy friable; f: friable; fi: firme; mfi: muy firme; **En seco:** s: suelto; b: blando; ld: ligeramente duro; d: duro; md: muy duro; ed: extremadamente duro. **Poros:** **Tamaño:** t: todos los tamaños; g: gruesos; m: medianos; f: finos; mf: muy finos; a: ausentes. **Forma:** p: planares; v: vesiculares; t: tubulares; r: reticulares; **Frecuencia:** a: ausentes; p: pocos; f: frecuentes; m: muchos. **Continuidad:** c: conectados; nc: no conectados. **Raíces:** **Tamaño:** tg: todos los grosores; mf: muy finas; f: finas; m: medianas; g: gruesas; mg: muy gruesas. **Cantidad:** a: ausentes; p: pocos; f: frecuentes; m: muchos. **Límite:** **Topografía:** p: plano; o: ondulado; i: irregular; **Nitidez:** a: abrupto; g: gradual; d: difuso.

Cedros:**Morfológicas-físicas**

Se presentaron suelos con estructuras que variaron entre bloques sub-angulares medianos a gruesos, a bloques angulares gruesos, pero con valores medias a bajos debido a la presencia de horizontes masivos con valores mayores de 2.5 kg/cm^2 , lo que limita drásticamente el crecimiento de las raíces y precolación, bajando directamente la presencia de poros, reduciéndolos en tamaño y conectividad. También se presentó variabilidad en cuanto a textura la que fue de franco arcilloso a arenoso, lo que demanda que estos suelos sean manejados con diferentes planes en cuanto a sistema de riego y fertilización; que en los suelos más livianos deben ser más fragmentados y constantes.

Todas estas características dan un valor de índice de calidad actual de suelo bajo con alta capacidad de mejoría mediante el uso de enmiendas tanto físicas como químicas (Cuadro 5).

Químicas:

Los pH eran 7-9 muy bueno en la escala de los índices de calidad lo cual indica una alta biodisponibilidad de minerales para el cultivo, aunque los niveles de materia orgánica son sumamente bajos y deberían ser compensados con aplicaciones de materia orgánica, lo que ayudará en la estabilidad del suelo, bajando la erodabilidad y en la mantención de agua y nitrógeno, principalmente en los suelos arenosos.

Las cantidades de los macro y micro nutrientes se encontraron en valores adecuados en el suelo lo que indica una alta capacidad de producción, aun así hay un rango medio para mejorar estos valores a niveles óptimos (Cuadro 7).

Cuadro 5. Descripción detallada de las calicatas de la finca Cedros.

Cable 18		374719E	1696461										
		N											
Unidad de mapeo	Horizonte	Prof(cm)	Color	Motas	%	Tex	Est	Con Poros		Raíces		Res	Li
Calicata 1 F-/M		0-40	10Yr 2/2			FArA	bsam mo	f	tb c m tt fr		mf	2.7	pg
		40-64	7.5Yr 4/2			FA	bsam mo	fr	tb c p p/ tb c f p		mp me	3.5	pa
		64-76	10 Yr 4/3			FA	bsam md	fr	v f mu		a	2.8	pg
		76-100	10Yr 4/4			FAr	bsam fu	fr	tb c f p/ v f mu		mp mf	3.4	
Cable 16													
Calicata 2 F-/M		0-30	10Yr 3/2			FArA	bsam fu	fr	tb c g fr/ tb c m mu		mu tg	1.7	og
		30-50	10 Yr 2/2			FArA	bsam mo	fr	tb c f mu		p me	2.5	og
		50-80	10 Yr 4/4			FA	bsam md	mfr	tb c g mp/ tu c f p		mp me	2.3	pa
		80-110	7.5 Yr 3/2			FA	bsap/grf fu	fr	tb c f fr/ tb c mg p/v f mu		p f	1.7	hs
Cable 13		1637402	1695100										
		3 E	N										
Calicata 3 M/F+		0-20	10 Yr 4/4			FA	bsaf/gf md	mfr	tb c f mp/ v f mu		mu pg	1.8	pa
		20-48	10Yr 4/3			A	bsaf/gf md	mfr	tb c f fr/ v f mu		mu fg	1.3	pa
		48-87	10Yr 4/4			A	bsam d	mfr	v f mu		mu me	1.3	pg
		87-1.2	10 Yr 4/3			FA	bsam/grm mo	fr	tb c m/ tb c f/ v f mu		p tg	0.8	

Abreviaturas: Encabezado: Cal =Calicata, U.S. =Unidad de Suelos; Hor =Horizonte; Prof =Profundidad; Tex =Textura; C.H. =Consistencia en húmedo; R.P. =Resistencia a la penetración; **Poros:** Tam =Tamaño; For =Forma; Cant =Cantidad; **Raíces:** Tam = Tamaño; Cant =Cantidad; **Límite:** Top =Topografía; Nit =Nitidez. **Textura:** A = Arenoso; FA= Franco arenoso; F= Franco; FL= Franco Limoso; L= Limoso; FArA= Franco Arcillo Arenoso; FAr= Franco Arcilloso; FArL= Franco Arcillo Limoso; ArA= Arcillo Arenoso; ArL= Arcillo Limoso; Ar= Arcilloso; AF= Arenoso franco. **Estructura:** Tipo: g: granular; ba: bloques angulares; bsa: bloques subangulares; p: prisma; m: masivo; mi: migajosa; la: laminar; c: columnar. **Grado:** d: débil; m: moderado; f: fuerte; **Clase:** mf: muy finos; f: finos; m: medianos; g: gruesos; mg: muy gruesos. **Consistencia:** **En mojado:** npg: no pegajoso; lpg: ligeramente pegajoso; pg: pegajoso; mpg: muy pegajoso. **Plasticidad:** np: no plástico; lp: ligeramente plástico; p: plástico; mp: muy plástico. **En húmedo:** s: suelto; mf: muy friable; f: friable; fi: firme; mfi: muy firme; **En seco:** s: suelto; b: blando; ld: ligeramente duro; d: duro; md: muy duro; ed: extremadamente duro. **Poros:** **Tamaño:** t: todos los tamaños; g: gruesos; m: medianos; f: finos; mf: muy finos; a: ausentes. **Forma:** p: planares; v: vesiculares; t: tubulares; r: reticulares; **Frecuencia:** a: ausentes; p: pocos; f: frecuentes; m: muchos. **Continuidad:** c: conectados; nc: no conectados. **Raíces:** **Tamaño:** tg: todos los grosores; mf: muy finas; f: finas; m: medianas; g: gruesas; mg: muy gruesas. **Cantidad:** a: ausentes; p: pocos; f: frecuentes; m: muchos. **Límite:** **Topografía:** p: plano; o: ondulado; i: irregular; **Nitidez:** a: abrupto; g: gradual; d: difuso.

Casmul

Morfológicas-físicas

La estructura de estos suelos fue muy buena ya que iban de bloques sub-angulares medianos a gránulos medianos, lo que da un buen índice, reflejado por los colores del suelo, la ausencia de motas, aunque con horizontes masivos a profundidades mayores de 55 cm, lo cual puede limitar en cierto grado el desarrollo radicular. La textura fue variada con diferentes tipos de francos, ideales para este cultivo.

Por lo que el índice de calidad de estos suelos fue medio alto, dando un rango para mejoramiento moderado a bajo, pero que debe ser realizado si se quiere aumentar los rendimientos (Cuadro 6).

Químicas:

El pH se encontraba en niveles medios a altos lo que quiere decir que están alrededor del punto neutral, lo que da una alta biodisponibilidad de los nutrientes y desarrollo del cultivo. Se vio un valor común con las otras fincas en cuanto a la baja cantidad de materia orgánica presente, lo cual es muy peligroso en cuanto a erosión y las diferentes características morfológica-físicas del suelo.

En cuanto a la cantidad de nutrientes, el nitrógeno se vio sumamente bajo lo cual esta ligado por la baja cantidad de materia orgánica; también hubo cantidades insuficientes de fósforo y potasio, pero con altos contenidos de cobre debido al uso de este elemento como fungicida. Todos estos valores dan un amplio rango para mejorar la calidad de dichos suelos, mediante la suplementación de nutrientes acompañada de la aplicación de materia orgánica (Cuadro 7).

Cuadro 6. Descripción detallada de las calicatas de la finca Casmul

Cable 3 G2	402535E	1694787 N													
Unidad de mapeo	Horizonte	Prof(cm)	Color	Motas	%	Tex	Est	Con	Poros				Raíces	Res	Li
Calicata 1 F-		0-26	7.5Yr 4/4			FArA	bsam grm	fr	tb c g fr/	tb c f mu/	v f mu	fr pg	2.9	og	
		26-38	7.5 Yr 3/3			FArA	bsam/grm fu	fr	tb c f mu/	v f mu		fr pg	2.2	pg	
		38-79	7.5Yr 4/4			FAr	bam d	fr	tb c f fr/	v mf mu		n	4	pa	
		79-120	7.5 Yr 4/4			FAr	bam d	f	tub c f fr/	v mf mu		n	2.5		
Cable 3 G3	403761E	1695555 N													
Calicata 2		0-25	7.5 Yr 4/3			FAr	bsam/grm fu	fr	tb c g fr/tb	c f mu		fr tg	1.8	pg	
F-		25-55	7.5 Yr 3/2			FAr	bsag/bsam/grm fu	f	tb c me fr/	tb c f fr/	v f mu	mu me	f 2.1	oa	
		55-110	7.5 Yr 4/3			FArA	bsag d	f	tb c m fr/	tb c mf mu/	v f mu	n	3.1		
Cable 15 G4	404054E	1695723 N													
Calicata 3		0-20	7.5Yr 4/3			FArL	bsaf/bsam/grm fu	fr	tb c tt fr/v	mf mu		mu g	2.2		
F-		20-60	7.5 Yr			FArL	bsam/grf/grm fu	f	Finos frecuentes, gruesos pocos y vesiculares abundantes				mu tg	2.2	oa
		60-76	7.5 Yr 3/3			FAr	bam md	fr	v f mu				mp g	2	pg
		76- 110	7.5Yr 5/4			FArL	baq md	fr	tb c f fr/	v f mu		p mf	1.4		

Abreviaturas: Encabezado: Cal =Calicata, U.S. =Unidad de Suelos; Hor =Horizonte; Prof =Profundidad; Tex =Textura; C.H. =Consistencia en húmedo; R.P. =Resistencia a la penetración; **Poros:** Tam =Tamaño; For =Forma; Cant =Cantidad; **Raíces:** Tam = Tamaño; Cant =Cantidad; **Límite:** Top =Topografía; Nit =Nitidez. **Textura:** A = Arenoso; FA= Franco arenoso; F= Franco; FL= Franco Limoso; L= Limoso; FArA= Franco Arcillo Arenoso; FAr= Franco Arcilloso; FArL= Franco Arcillo Limoso; ArA= Arcillo Arenoso; ArL= Arcillo Limoso; Ar= Arcilloso; AF= Arenoso franco. **Estructura:** Tipo: g: granular; ba: bloques angulares; bsa: bloques subangulares; p: prisma; m: masivo; mi: migajosa; la: laminar; c: columnar. **Grado:** d: débil; m: moderado; f: fuerte; **Clase:** mf: muy finos; f: finos; m: medianos; g: gruesos; mg: muy gruesos. **Consistencia:** **En mojado:** npg: no pegajoso; lpg: ligeramente pegajoso; pg: pegajoso; mpg: muy pegajoso. **Plasticidad:** np: no plástico; lp: ligeramente plástico; p: plástico; mp: muy plástico. **En húmedo:** s: suelto; mf: muy friable; f: friable; fi: firme; mfi: muy firme; **En seco:** s: suelto; b: blando; ld: ligeramente duro; d: duro; md: muy duro; ed: extremadamente duro. **Poros:** **Tamaño:** t: todos los tamaños; g: gruesos; m: medianos; f: finos; mf: muy finos; a: ausentes. **Forma:** p: planares; v: vesiculares; t: tubulares; r: reticulares; **Frecuencia:** a: ausentes; p: pocos; f: frecuentes; m: muchos. **Continuidad:** c: conectados; nc: no conectados. **Raíces:** **Tamaño:** tg: todos los grosores; mf: muy finas; f: finas; m: medianas; g: gruesas; mg: muy gruesas. **Cantidad:** a: ausentes; p: pocos; f: frecuentes; m: muchos. **Límite:** **Topografía:** p: plano; o: ondulado; i: irregular; **Nitidez:** a: abrupto; g: gradual; d: difuso.

Cuadro 7. Análisis químico de los suelos de las fincas estudiadas.

Extracción Mehlich 3: Ca, Mg, K, Na, P, Zn, Fe, Mn, Cu, S																				
Sample No.	Finca	Calicata	Cable	Grupo	Muestra	Profundidad	pH	CE	OM	Ca	Mg	K	Na	P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
HNS-382	Casmul	1	3	2	1	0-26	7.52	0.52	17.90	15.08	1.02	1.21	0.18	6	7	123	205	19	0.19	16
HNS-383	Casmul	1	3	2	2	26-38	7.51	0.86	13.50	15.77	0.98	0.61	0.24	4	4	105	174	12	0.13	34
HNS-384	Casmul	2	3	3	3	0-25	7.66	0.45	12.80	15.36	0.92	1.14	0.20	4	3	78	160	28	0.15	9
HNS-385	Casmul	2	3	3	4	25-55	7.64	0.37	18.60	16.75	1.11	1.00	0.28	6	6	75	180	80	0.11	12
HNS-386	Casmul	3	15	4	5	0-20	7.68	0.38	12.40	16.02	0.99	1.62	0.18	4	6	97	177	13	0.16	11
HNS-387	Casmul	3	15	4	6	0-20	7.70	0.44	14.20	17.08	1.12	0.84	0.28	4	7	125	181	17	0.08	17
HNS-388	Cedros	1	18		342	0-40	7.06	0.60	23.50	9.49	1.58	1.15	0.13	14	3	77	122	1	0.21	24
HNS-389	Cedros	1	18		343	40-64	6.82	0.44	9.00	8.09	1.37	0.85	0.11	10	0	98	131	3	0.09	15
HNS-390	Cedros	2	16		7	0-30	7.41	0.50	24.50	11.37	1.26	0.62	0.10	16	5	105	150	1	0.19	16
HNS-391	Cedros	2	16		8	30-50	7.58	0.37	15.20	11.80	1.21	0.47	0.08	14	1	53	144	1	0.11	10
HNS-392	Cedros	3	13		9	0-20	7.59	1.02	10.40	10.12	0.88	0.84	0.11	8	20	56	84	0	0.19	19
HNS-393	Cedros	3	13		10	20-48	7.63	1.00	6.20	11.39	0.78	0.53	0.10	3	0	68	62	1	0.08	26

Continuación del cuadro 7

Sample No.	Finca	Calicata	Cable	Grupo	Muestra	Profundidad	pH	CE	OM	Ca	Mg	K	Na	P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
HNS-394	Guanchias	1	15		358	0-21	7.52	0.63	17.90	17.24	1.03	0.39	0.18	10	4	85	149	44	0.15	14
HNS-395	Guanchias	1	15		359	21-63	7.79	0.57	16.20	18.91	0.94	0.25	0.18	8	3	102	133	52	0.09	23
HNS-396	Guanchias	2	27		360	0-23	7.55	1.19	23.80	16.57	1.13	2.05	0.13	26	17	92	156	147	0.14	13
HNS-397	Guanchias	2	27		361	23-50	7.79	0.46	13.50	17.38	1.01	0.49	0.12	5	5	127	132	54	0.07	12
HNS-398	Guanchias	3	43		362	0-16	7.63	0.53	25.20	16.09	1.12	1.26	0.11	13	25	111	132	146	0.13	12
HNS-399	Guanchias	3	43		363	16-23	7.76	0.42	20.40	16.03	0.95	0.91	0.12	11	8	76	109	132	0.09	11
HNS-400	Productora	1	15		11	0-15	7.31	0.41	28.00	9.47	2.38	1.46	0.84	45	61	209	139	70	0.44	9
HNS-401	Productora	1	15		12	15-13	7.25	0.45	15.20	10.12	1.05	0.34	1.06	6	3	200	156	12	0.28	8
HNS-402	Productora	2	23		13	0-20	7.69	0.36	18.60	15.82	0.93	1.11	0.80	8	5	181	162	53	0.23	9
HNS-403	Productora	2	23		14	20-68	7.74	0.34	12.80	19.32	0.63	0.26	0.88	2	2	234	166	11	0.10	9
HNS-404	Productora	3	31		15	23-50	7.40	0.33	15.20	10.32	1.08	0.46	0.87	56	11	168	113	23	0.27	7
HNS-405	Productora	3	31		16	50-73	6.90	0.19	9.00	9.72	0.94	0.37	0.68	56	2	190	79	10	0.12	6

Productora

Morfológicas-físicas

Se presentaron estructuras de bloques sub-angulares medianos a gránulos medianos, con presencia de horizontes masivos lo cual causa un grave problema de drenaje debido a la presencia de grandes cantidades de motas a la altura de los horizontes masivos hacia abajo, lo cual limita en gran medida la cantidad y tamaño de las raíces.

Debido a estas características el suelo presenta un gran potencial para mejorarlo, tienen una gran potencial para aumentar rendimientos considerando que las plantas presentan grandes limitantes en cuanto a su morfología (cuadro 8).

Químicas:

El pH presentó valores muy parecidos a los anteriores, girando alrededor del valor neutral, dando un potencial alto de biodisponibilidad de minerales, tuvo un contenido un poco más elevado de materia orgánica pero que aún no llega a ser suficiente, por lo que el valor de nitrógeno sigue siendo bajo.

Los otros minerales estaban en cantidades adecuadas salvo nuevamente el cobre que se presentó en cantidades muy elevadas y a deficiencias de zinc lo cual pudo ser observado en las plantas con racimos creciendo en forma casi horizontal (Cuadro 7).

Cuadro 8. Descripción detallada de las calicatas de la finca Productora

Cable 15 419103E 1729264 N													
Unidad de mapeo	Horizonte	Prof(cm)	Color	Motas	% Tex	Est	Con	Poros	Raíces	Res	Li		
Calicata 1		0-12	7.5 4/3	Yr		FArL	bam/grmf fu	f	tb c tt mu/ v mf mu	p g	2.4	pa	
F-/F+		12-26	7.5 4/2	Yr 5 Yr 4/6		FArL	bam/grm fu	f	tb c gm fr	fr mg	4.2	pa	
		26-50	7.5 4/3	Yr 2.5 Yr 3/6	Yr 5	FArL	bam md	f	tb c g mp	mp f	3.7	pa	
		50-78	5 Yr 4/3	5 Yr 5/8	20	FArA	bam/grfg d	f	tb c mf mu/ c f mu	n	2.1		
		78-90	7.5 4/2	Yr 7.5 Yr 6/8	Yr 30	ArL	bag md	f	tb c mf p	p fmf	4.5		
Cable 23 A 419147E 1728654 N													
Calicata 2		0-14	7.5 4/2	Yr		FArL	bam/grm md	f	tb c tt mu/c c f fr/	mu mf	1.5	pa	
F-/F+		14-38	7.5	Yr 2.5Yr 4/8	3	FArL	bam/grfm md	fr	tb c tt mu/c c f fr/	fr f/p g	1.2	pg	
		38-58	7.5Yr 3/2	2.5Yr 4/2	5	FArL	bsaf/grfmf md	f	tb c mf fr/v f fr	p mef	1.2	pg	
		58-73	7.5 4/3	Yr 2.5 Yr 3/6	Yr 50	ArL	bag/grf d	f	tu c fmf mu/ v mf mu	fr mef	1.9	gp	
		73-100	10 Yr 4/3	10 Yr 5/6	Yr 30	ArL	bam grf	f	tb c f p/ v mf mu	mp g	2.1		
Cable 31 B 1641901 1728033 2E													
Calicata 3		0-23/50	7.5Yr 4/3			FAr	bagm/grf fu	f	tb c gf fr	fr tg	1.7	oa	
F-		23/50-73	7.5Yr 4/4			FAr	bam/grf mo	f	tb c g p/ tb c f fr	p g	1.7	pg	
		73-1.04	7.5Yr 4/3	7.5Yr 6/8	50	FAr	bagm d	f	tb c f p/ tb c mf mu/ v mf mu	n	2.9	pa	
		1.04-1.30	5Yr 4/3			FAr		f	v mf mu	n	2.4		

La Figura 1 esquematiza la condición morfológica y física de los suelos estudiados.

Guanchias				Casmul			
Prof. (cm)	Cable 27	Cable 15	Cable 43	Cable 3 G2	Cable 3 G3	Cable 15 G4	
0-5	FArL	ArL	ArL	FArA	FAr	FArL	
6-10							
11-15			1.2				
16-20		2.1	ArL			2.2	
21-25	1.8	FArL	1.2	2.9	1.8	FArL	
26-30	FArL		FArL	FArA	FAr		
31-35							
36-40			1	2.2			
41-45			ArL	FAr			
46-50	1.3						
51-55	ArL				12.1		
56-60					FArA	2.2	
61-65		1.5				FAr	
66-70	1.6	ArL					
71-75	ArL					2	
76-80				4		FArL	
81-85				FAr			
86-90							
91-95							
96-100	1.3	2.4	1.3	2.5	3.1	1.4	
	F/F+	F+	F+	F-	F-	F-	

Cedros				Productora			
Prof. (cm)	Cable 18	Cable 16	Cable 13	Cable 15	Cable 23A	Cable 31B	
0-5	FArA	FArA	FA	FArL	FArL	FAr	
6-10				2.4			
11-15				FArL	1.5		
16-20			1.8		FArL		
21-25			A	4.2			
26-30		1.7		FArL			
31-35		FArA					
36-40	2.7				1.2		
41-45	FA			3.7	FArL		
46-50		2.5	1.3	FArA		1.7	
51-55		FA	A			FAr	
56-60					1.2		
61-65	3.5				ArL	1.9	
66-70	FA						
71-75	2.8						
76-80	FAr	2.3		2.1	ArL	FAr	
81-85		FA	1.3	ArL			
86-90			FA				
91-95							
96-100	3.4	1.7	0.8	4.5	2.1	2.9	
	F-/M	F-/M	M/F+	F-/F+	F-/F+	F-	

Figura 1 Esquema de la condición morfológica y física de los suelos estudiados

Índices de calidad de los suelos de la Finca Guanchias, Valle de Sula, Honduras

En los Anexos 9, 10, 11 y 12 se muestran los índices de calidad actual y potencial de los suelos de las fincas Guanchias, Casmul, Cedros y Productora por cable. Cada cable corresponde a una de las condiciones evaluadas.

Los Anexos 13, 14, 15 y 16 contienen los índices de calidad actual y potencial de las condiciones químicas del suelo.

El Cuadro 9 muestra los índices de calidad actual y potencial y el promedio por condición de rendimiento.

Cuadro 9. Índices de calidad actual, potencial y el promedio por condición de rendimiento.

Finca	Rendimiento	Índice de calidad actual total	Índice de calidad potencial total	Mejoría potencial
Guanchias	Alto	40.2	47.7	15.7
Cedros	Alto	39.2	47.4	17.3
Casmul	Alto	37.8	45.8	17.5
Productora	Alto	39.4	48.7	19.1
Promedio		39.2	47.4	
Guanchias	Medio	41.1	51.3	19.9
Cedros	Medio	35.3	44.9	21.4
Casmul	Medio	35.4	45.9	22.9
Productora	Medio	33	43.6	24.3
Promedio		36.2	46.4	
Guanchias	Bajo	37.8	47.2	19.9
Cedros	Bajo	42.3	46	8.0
Casmul	Bajo	39.5	42.3	6.6
Productora	Bajo	30.9	48.4	36.2
Promedio		37.6	45.9	

Máximo posible 66.

Se observa que la condición de alto rendimiento tuvo el más alto índice de calidad en las condiciones actuales, sin embargo la condición de producción más baja tuvo un índice mayor (3.76) que el de la condición media. Por esta razón se puede decir que en estas dos áreas la productividad media y baja no se debe únicamente a la calidad del suelo sino que existen condiciones de manejo que lo hacen así.

En el caso de la finca Cedros se pudo observar una baja producción debido al alto contenido de arena en sus suelos en ciertos sectores, alternados con cantidades considerables de arcillas en otros, lo que demanda una diferenciación del sistema de riego según el tipo de suelos presentes, como que no se observó.

Otro causante de bajos rendimientos, especialmente en el caso de las Fincas Casmul y Productora es la presencia de horizontes masivos muy densos (valores de resistencia a penetración mayores a 2.5 hasta 4.5) que en algunos casos se encuentran en los primeros 12 cm, lo que causa directamente un rendimiento sumamente bajo por la falta de drenaje interno, la dificultad para las raíces de desarrollarse apropiadamente y llegar a los lugares donde se encuentran los nutrientes, además de la presencia de manchas verdosas, rojizas y oscuras que denotan reducciones en el suelo y con eso bajo disponibilidad de los nutrientes.

En cuanto a las características químicas, se encontraron valores muy favorables para la mayoría de suelos en cuanto a pH, el cual estaba en el rango adecuado para el cultivo, lo que ayuda directamente con la disponibilidad de los macronutrientes como ser el nitrógeno, fósforo y potasio.

Un problema que se puede observar en las características químicas fue la baja cantidad de materia orgánica que no llegó a 3% en ninguno de los casos. Tratar de enmendar esto sumamente difícil debido a la alta cantidad de materia seca que se requiere y costos.

En cuanto a los micronutrientes, todos a excepción de cobre y zinc que se encuentra en más de una vez valores muy elevados que podrían causar fototoxicidad, pero debido al pH estos peligrosos son casi nulos.

Estos índices presentaron una alta capacidad para mejorar el suelo desde un 6.62% hasta un 36.16%, si se logran realizar las enmiendas apropiadas para cada finca, lo que podría aumentar los rendimientos, siempre y cuando no hubiesen factores externos como los climáticos que afecten los mismos (Cuadro 9).

Índices de salud de suelos

En el Cuadro 10 se resumen los índices de salud de suelos y las diferentes condiciones de rendimientos en las cuatro fincas.

Cuadro 10. Índices de salud de suelos en diferentes niveles de rendimiento en cuatro fincas bananeras del Valle de Sula, Honduras, 2004.

			ISS	Perimetro	Altura	Peso	Manos	Calibracion	Longitud	Edad	Dedos	Merma	Ratio
										Rac	/cjs		
Ubicación		Rendimiento		(1m)	hijo (cm)	(kg)	(#)	(cm)	(cm)	(días)	(#)	(#)	(#)
Guanchias	Cuanchias	Alto	3.2	0.8	1.1	35.0	8.1	45.9	26.4	91.0	103.3	25.5	1.5
	Cedros	Alto	3.0	0.7	0.6	31.7	7.6	46.7	26.3	91.0	101.0	30.0	1.2
	Casmul	Alto	3.2	0.5	0.5	25.0	6.7	45.0	24.1	91.0	109.3	33.7	0.9
Cedros	Productora	Alto	3.0	0.8	1.3	24.6	6.8	45.3	25.8	95.2	102.0	26.2	1.0
	Cuanchias	Medio	3.1	0.7	0.9	25.6	6.9	45.1	25.6	94.5	107.0	35.5	0.9
	Cedros	Medio	3.2	0.6	0.8	26.1	7.4	44.5	25.8	95.2	106.0	30.1	1.0
Casmul	Casmul	Medio	3.0	0.7	0.9	32.2	9.2	45.9	25.4	85.4	100.0	25.4	1.3
	Productora	Medio	3.0	0.7	0.9	37.8	9.0	46.8	25.3	91.7	96.0	31.0	1.4
	Cuanchias	Bajo	3.0	0.8	1.1	32.2	8.3	47.2	26.1	92.4	97.0	20.5	1.1
Productora	Cedros	Bajo	2.8	0.6	1.4	28.7	7.3	44.7	24.8	86.3	99.0	25.4	1.0
	Casmul	Bajo	3.0	0.7	1.1	29.7	7.7	45.7	25.6	91.9	105.0	34.4	0.8
	Productora	Baio	2.9	0.8	1.4	30.0	7.8	45.8	25.6	91.9	100.0	36.5	1.1

ISS= Índice de salud de suelo

Edad Rac= Edad del racimo

Dedos/cjs= Dedos por caja

Ratio= Número de racimos por caja

Relación entre índices y condición del suelo.

Se estableció una relación directa entre los índices de salud de suelo y la áreas seleccionadas según el rendimiento de la plantación (Cuadro 11). El índice de calidad actual fue más alto en el área de alto rendimiento, pero no fue el más bajo en la zona de bajo rendimiento, lo cual confirma que en la producción existen otras variables además del suelo como componente de la misma.

Cuadro 11. Índices de Salud y Calidad del Suelo en relación con áreas de diferente condición de productividad.

Rendimiento del área en Banano	Índices en el Suelo		
	Salud	Calidad Actual	Calidad Potencial
Alto	3.10	39.2	47.4
Medio	3.07	36.2	46.4
Bajo	2.93	37.6	45.9

La relación entre índices del suelo y las variables agronómicas fue variable (Cuadro 12). Las áreas con alto rendimiento tuvieron los valores más altos de circunferencia del pseudotallo, altura del hijo y de las variables de producción manos/racimo, dedos/racimo y cajas/racimo, longitud de dedos y con los valores más bajos de edad del racimo, desecho/racimo. Las áreas de rendimiento medio estuvieron relacionadas con valores medios de producción en manos/racimo, longitud de dedo, desecho/racimo y mantuvieron la relación inversa con la edad del racimo. Las áreas de baja producción presentaron los

valores más bajos de peso de racimo, manos/racimo, longitud de dedo y cajas por racimo, y relación inversa con número de dedos, desecho/racimo y cajas/racimo. Esto se comprobó mediante correlaciones entre índices y variables, donde las variables (Cuadro 13, 14 y 15) den mejor correlación con los índices de salud de suelos fueron la longitud del dedo y dedos/racimo.

Cuadro 12. Relación entre índices de calidad y salud de suelos con las variables agronómicas y de producción.

Variable	Unidad	Rendimiento		
		Alto	Medio	Bajo
ICAT ^s	Valor	39.2	36.2	37.6
	%	59.3	54.9	57.0
ISS'	Valor	3.0	3.0	3.1
	%	76.0	74.8	76.8
Circunferencia	(cm)	0.8	0.7	0.7
Altura del hijo	(cm)	1.2	0.9	0.9
Racimo	(kg)	30.5	31.1	28.1
Manos/racimo	(#)	8.0	7.8	7.4
Grosor del dedo	(cm)	45.7	45.7	45.7
Longitud del dedo	(cm)	25.8	25.6	25.3
Edad del racimo	Días	90.9	91.1	92.4
Dedos/racimo	(#)	101.3	100.5	100.6
Desecho/racimo	(kg)	28.4	29.1	31.0
Cajas/racimo	(#)	1.2	1.2	0.9

^sICAT= Índice de calidad actual total

' ISS= Índice de salud de suelo

Índices de calidad de los suelos de la Finca Guanchias, Valle de Sula, Honduras

En los Anexos 9, 10, 11 y 12 se muestran los índices de calidad actual y potencial de los suelos de las fincas Guanchias, Casmul, Cedros y Productora por cable. Cada cable corresponde a una de las condiciones evaluadas.

Los Anexos 13, 14, 15 y 16 contienen los índices de calidad actual y potencial de las condiciones químicas del suelo.

El Cuadro 9 muestra los índices de calidad actual y potencial y el promedio por condición de rendimiento.

Cuadro 9. Índices de calidad actual, potencial y el promedio por condición de rendimiento.

Finca	Rendimiento	Índice de calidad actual total	Índice de calidad potencial total	Mejoría potencial
Guanchias	Alto	40.2	47.7	15.7
Cedros	Alto	39.2	47.4	17.3
Casmul	Alto	37.8	45.8	17.5
Productora	Alto	39.4	48.7	19.1
Promedio		39.2	47.4	
Guanchias	Medio	41.1	51.3	19.9
Cedros	Medio	35.3	44.9	21.4
Casmul	Medio	35.4	45.9	22.9
Productora	Medio	33	43.6	24.3
Promedio		36.2	46.4	
Guanchias	Bajo	37.8	47.2	19.9
Cedros	Bajo	42.3	46	8.0
Casmul	Bajo	39.5	42.3	6.6
Productora	Bajo	30.9	48.4	36.2
Promedio		37.6	45.9	

Máximo posible 66.

Se observa que la condición de alto rendimiento tuvo el más alto índice de calidad en las condiciones actuales, sin embargo la condición de producción más baja tuvo un índice mayor (3.76) que el de la condición media. Por esta razón se puede decir que en estas dos áreas la productividad media y baja no se debe únicamente a la calidad del suelo sino que existen condiciones de manejo que lo hacen así.

Cuadro 13. Correlaciones significativas entre los índices y variables agrológicas contra condiciones de rendimiento alto en banano en las fincas del Valle de Sula, Honduras, 2004.

	ICATISS		Circunferencia (cm)	Altura hijo (cm)	Peso kg/Racimo	Manos #/racimo
ICAT [§]			0.98			
ISS'						
Circunferencia (cm)						
Altura hijo (cm)						0.83
Peso (kg)						0.74
Manos/racimo(#)						
Grosor de dedos (cm)					0.92	0.83
Longitud del dedo (cm)	0.87	0.81	0.84			
Edad del racimo (días)					0.85	-0.99
Dedos/racimo (#)	0.73	0.85				
Desecho/racimo (kg)		-0.75				
Cajas/racimo (#)		0.77			0.94	

[§]ICAT= Índice de calidad actual total

' ISS= Índice de salud de suelo

Cuadro 14. Correlaciones significativas entre los índices y variables agrológicas contra condiciones de rendimiento medio en banano en las fincas del Valle de Sula, Honduras, 2004.

	ICAT ISS		Circunferencia (cm)	Altura hijo (cm)	Peso (kg/racimo)	Manos #/racimo
ICAT [§]				-0.87		
ISS'				-0.73		
Circunferencia (cm)					0.99	0.95
Altura hijo (cm)	-0.87	-0.73				
Peso (kg)			0.99			0.95
Manos/racimo (#)			0.95		0.93	
Grosor del dedo (cm)			0.85		0.87	0.71
Longitud (cm)	0.90			-0.93		
Edad del racimo (días)		0.99				
Dedos/racimo (#)			-0.83		-0.84	-0.71
Desecho/racimo (kg)		0.80		-0.85		
Cajas/racimo (#)			0.98		0.97	0.93

[§]ICAT= Índice de calidad actual total

' ISS= Índice de salud de suelo

Cuadro 15. Correlaciones significativas entre los índices y variables agrológicas contra condiciones de rendimiento bajo en banano en las fincas del Valle de Sula, Honduras, 2004.

	ICAT	ISS	Circunferencia (cm)	Altura hijo (cm)	Peso kg/Racimo	Manos #/Racimo
ICAT [§]						
ISS'			-0.93	-0.98	-0.79	-0.77
Circunferencia (cm)				0.99	0.79	0.80
Altura hijo(cm)					0.81	0.82
Peso/racimo (kg)						0.99
Manos/racimo (#)						
Grosor del dedo (cm)					0.93	0.94
Longitud (cm)		-0.82	0.98	0.93	0.76	0.79
Edad del racimo (días)						
Dedos/racimo (#)			-0.73		-0.93	-0.94
Desecho/racimo (kg)					-0.78	-0.80
Cajas/racimo (#)						

[§]ICAT= Índice de calidad actual total

' ISS= Índice de salud de suelo

En la aplicación de los Índices de Calidad de suelos en este estudio, se pudo observar la falta de correlación entre los valores de estos con las variables de producción de las diferentes fincas estudiadas (Cuadros 13, 14 y 15). Esto no quiere decir que los Índices de Calidad no pueden ser aplicados en el cultivo de banano ya que se observaron valores más bajos para las finca con menores rendimientos en valores generales, al igual que se presentaron valores más altos de producción con los valores más altos de los índices.

Estos resultados pueden deberse a variables externas no consideradas por los Índices en este estudio, tales como manejo de la plantación, que influyen directamente en los rendimientos, ya que dependiendo de lo que se desea cambian, las técnicas de cosecha tales como desmane, tiempo de cosecha, calibración, longitud de dedos, peso del racimo y el ratio; todas estas variables son afectadas por la demanda del mercado que no permiten obtener el rendimiento real de las plantas estudiadas y con eso establecer las correlaciones apropiadas; los factores ambientales tales como temperatura ambiente que produce atrasos en el crecimiento del cultivo, tampoco se consideran.

CONCLUSIONES

1. En este estudio se establecieron correlaciones entre los Índices de Calidad de suelos y Salud de Suelos, con las propiedades morfológicas, físicas y químicas e indicadores del redimiendo del banano (altura del hijo, número de manos, circunferencia del pseudo tallo, peso del racimo, longitud del dedo, calibre y ratio). Las áreas de baja producción presentaron los valores más bajos de peso de racimo, manos/racimo, longitud de dedo y cajas por racimo y una relación inversa con número de dedos, desecho/racimo y cajas/racimo.
2. Los valores asignados (peso) a las propiedades específicas de suelos usados en este estudio son válidas para ser aplicadas al cultivo de banano. La falta de correlación entre índices y propiedades edáficas probablemente se debe a factores de manejo (como riego, fertilización, desmane) que influyen fuertemente el rendimiento pero no se consideran en los índices de calidad y salud de suelos.
3. Los índices de salud de suelos indicaron que los suelos estudiados son saludables y que tienen un alto potencial de producción de biomasa excepto en la Finca Productora que presentó los índices de salud y calidad de suelos más bajos.

RECOMENDACIONES

1. Incorporar, tanto en los índices de calidad como de salud de suelos, los factores de manejo como riego, fertilidad, desmane, poblaciones (distribución y densidad) y también factores climáticos como extremos de temperatura.
2. Es recomendable aplicar materia orgánica para mantener sus niveles con el suelo cerca del 6%.
3. Acondicionar físicamente áreas de suelos masivos y compactos que se presentan frecuentemente en finca Productora, por medio del subsoleo profundo y cruzando a un ángulo de 45 grados.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de salud de suelo de la finca Guanchias.

Indices de salud	Rendimiento		
	Alto	Medio	Bajo
Ubicación			
Lombrices	4	4	4
Erosion	3	3	4
Facilidad de laboreo	4	4	4
Estructura del suelo	4	4	4
Color de suelo	4	4	4
Compactacion	4	4	4
Infiltracion de agua	3	3	3
Drenaje interno	3	4	3
Retencion de agua	4	4	4
Descomposición	2	2	2
Fertilidad	2	2	2
Cobertura del suelo	3	3	3
Consistencia (húmedo)	4	4	4
Olor	4	4	4
Textura	4	2	4
Aireación del suelo	4	4	4
Actividad biológica	3	3	3
Profundidad efectiva	4	1	4
Materia orgánica	2	1	2
PH	2	2	2
Disponibilidad de nutrientes	0	0	0
Micro nutrientes	0	0	0
Apariencia del cultivo	3	3	3
Deficiencia de nutrientes	4	4	4
Crecimiento del cultivo	4	4	4
Raíces	4	4	4
Tallo	4	4	4
Hojas	4	4	4
Resistencia a plagas y enfermedades	3	3	3
Salud Humana	4	4	4
Fauna silvestre	1	1	1
Agua superficial	3	3	3
Total	101	96	102
Promedio	3.16	3.00	3.19

Anexo2 Cuestionario de salud de suelo de la finca Cedros.

Índices de salud	Rendimiento		
	Alto	Medio	Bajo
Ubicación			
Lombrices	4	4	4
Erosión	4	4	3
Facilidad de laboreo	3	3	3
Estructura del suelo	3	4	3
Color de suelo	4	4	4
Compactación	0	2	4
Infiltración de agua	4	3	4
Drenaje interno	4	4	4
Retención de agua	4	3	4
Descomposición	2	2	2
Fertilidad	2	2	2
Cobertura del suelo	3	3	3
Consistencia (húmedo)	4	4	4
Olor	4	4	4
Textura	4	4	3
Aireación del suelo	4	4	4
Actividad biológica	3	3	3
Profundidad efectiva	1	2	4
Materia orgánica	2	2	1
PH	2	2	2
Disponibilidad de nutrientes	0	0	0
Micro nutrientes	3	3	3
Apariencia del cultivo	3	3	3
Deficiencia de nutrientes	4	4	4
Crecimiento del cultivo	4	4	4
Raíces	4	4	4
Tallo	3	3	3
Hojas	4	4	4
Resistencia a plagas y enfermedades	3	3	3
Salud Humana	4	4	4
Fauna silvestre	1	1	1
Agua superficial	3	3	3
Total	97	99	101
Promedio	3.03	3.09	3.16

Anexo 3 Cuestionario de salud de suelo de la finca Casmul.

Índices de salud Ubicación	Rendimiento		
	Alto	Medio	Bajo
Lombrices	4	4	4
Erosión	3	3	3
Facilidad de laboreo	4	4	4
Estructura del suelo	3	4	4
Color de suelo	4	4	4
Compactación	2	2	2
Infiltración de agua	4	3	2
Drenaje interno	4	4	3
Retención de agua	4	2	4
Descomposición	2	2	2
Fertilidad	2	2	2
Cobertura del suelo	3	3	3
Consistencia (húmedo)	4	4	4
Olor	4	4	4
Textura	4	4	4
Aireación del suelo	4	4	4
Actividad biológica	3	3	3
Profundidad efectiva	1	2	3
Materia orgánica	1	1	1
PH	2	2	2
Disponibilidad de nutrientes	0	0	0
Micro nutrientes	0	0	0
Apariencia del cultivo	3	3	3
Deficiencia de nutrientes	4	4	4
Crecimiento del cultivo	4	4	4
Raíces	4	4	4
Tallo	4	4	4
Hojas	4	4	4
Resistencia a plagas y enfermedades	3	3	3
Salud Humana	4	4	4
Fauna silvestre	1	1	1
Agua superficial	4	4	4
Total	97	96	97
Promedio	3.03	3.00	3.03

Anexo 4. Cuestionario de salud de suelo de la finca Productora

Índices de salud Ubicación	Rendimiento		
	Alto	Medio	Bajo
Lombrices	4	4	4
Erosión	3	3	3
Facilidad de laboreo	4	4	4
Estructura del suelo	4	4	4
Color de suelo	4	4	4
Compactación	0	4	2
Infiltración de agua	3	2	2
Drenaje interno	4	3	4
Retención de agua	2	4	4
Descomposición	2	2	2
Fertilidad	2	2	2
Cobertura del suelo	3	3	3
Consistencia (húmedo)	4	4	4
Olor	4	4	4
Textura	4	3	3
Aireación del suelo	4	4	4
Actividad biológica	3	3	3
Profundidad efectiva	0	4	4
Materia orgánica	2	1	1
PH	2	2	2
Disponibilidad de nutrientes	0	0	0
Micro nutrientes	0	0	0
Apariencia del cultivo	3	3	3
Deficiencia de nutrientes	4	4	4
Crecimiento del cultivo	4	4	4
Raíces	4	4	4
Tallo	4	4	4
Hojas	4	4	4
Resistencia a plagas y enfermedades	3	3	3
Salud Humana	4	4	4
Fauna silvestre	1	1	1
Agua superficial	0	0	0
Total	89	95	94
Promedio	2.78	2.97	2.94

Anexo 5. Índice de calidad física de los suelos de la Finca Guanchias

Propiedades	ICA°			ICP¹		
	27	15	43	27	15	43
Cable						
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Estructura	6.0	2.1	2.45	3.15	2.45	3.15
Drenaje	10.0	3.15	3.5	3.5	3.5	3.5
Profundidad efectiva	10.0	4	1.6	4	4	3.2
Fragmentos gruesos	8.0	3.6	4.5	3.6	3.6	4.5
Resistencia a la penetración	8.0	2.8	3.5	2.8	2.8	3.5
Conductividad hidráulica	5.0	3.5	1.75	2.1	3.5	2.1
Erosión	2.0	0	0.8	2.4	0	2
Agua disponible	3.0	2	1.5	1.5	2.5	1.5
Total	60.0	26.0	21.4	27.9	27.2	25.3

° ICA= Índice de calidad actual

¹ ICP = Índice de calidad potencial

Anexo 6. Índice de calidad física de los suelos de la Finca Cedros.

Propiedades	ICA°			ICP¹		
	18	16	13	18	16	13
Cable						
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Estructura	1.75	1.4	2.8	2.8	2.45	2.8
Drenaje	3.5	2.8	0.7	3.5	3.15	1.75
Profundidad efectiva	1.6	1.6	4	3.2	3.6	4
Fragmentos gruesos	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Resistencia a la penetración	0.7	1.4	3.15	2.8	2.8	3.15
Conductividad hidráulica	1.75	1.75	0.35	2.8	2.1	1.4
Erosión	1.6	2.8	0.4	2.4	3.2	2
Agua disponible	1.5	3.5	0.5	1.5	3.5	1.5
Total	37.9	39.35	34.4	44.5	44.9	39.1

° ICA= Índice de calidad actual

¹ ICP = Índice de calidad potencial

Anexo 7. Índice de calidad física de los suelos de la Finca Casmul.

Cable	Propiedades			ICA°			ICP¹		
	3G2	3G3	15G4	3G2	3G3	15G4	3G2	3G3	15G4
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo			
Estructura	1.75	1.4	1.75	2.8	2.1	2.8			
Drenaje	3.5	3.15	3.5	3.5	3.15	3.5			
Profundidad efectiva	4	4	4	4	4	4			
Fragmentos gruesos	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5			
Resistencia a la penetración	0.7	1.4	2.8	2.8	3.15	3.5			
Conductividad hidráulica	1.75	1.75	2.45	2.1	2.1	2.8			
Erosión	0.8	0	0.8	1.6	0	1.6			
Agua disponible	3.5	3.5	4.5	3.5	3.5	4.5			
Total	24.7	22.7	29.1	29	25.5	32			

° ICA= Índice de calidad actual

¹ ICP = Índice de calidad potencial

Anexo 8 Índice de calidad física de los suelos de la Finca Productora.

Cable	Propiedades			ICA°			ICP¹		
	15	23A	31B	15	23A	31B	15	23A	31B
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo			
Estructura	2.1	1.4	2.1	3.15	2.8	2.8			
Drenaje	1.05	1.05	2.8	2.8	2.8	3.15			
Profundidad efectiva	0.4	1.2	1.6	3.2	3.6	3.2			
Fragmentos gruesos	4.5	4.05	4.5	4.5	4.05	4.5			
Resistencia a la penetración	0.35	2.8	1.4	2.8	3.15	3.15			
Conductividad hidráulica	1.05	1.75	1.75	2.1	2.1	2.1			
Erosión	0.8	0.8	0.8	2	2	2			
Agua disponible	4.5	1.5	4.5	4.5	2	4.5			
Total	31.55	16.35	23.65	41.85	24.3	29.6			

° ICA= Índice de calidad actual

¹ ICP = Índice de calidad potencial

Anexo 9. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Guanchias

Propiedades	ICA°			ICP¹		
	27	15	43	27	15	43
Cable						
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Materia orgánica	1.6	1.2	2.0	2.4	2.8	2.8
Nitrógeno	0.8	0.4	0.8	2.8	2.8	2.8
Fósforo	4.0	3.2	3.6	4	3.2	3.6
Potasio	1.6	2.8	3.6	2.4	3.2	3.6
Magnesio	1.0	1.0	1.0	1	1	1
Calcio	0.5	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8
Cobre	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Hierro	0.9	1.0	0.7	0.9	1.0	0.8
Manganeso	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8
Zinc	1	0.8	0.1	1	0.8	0.1
Boro	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.8
Azufre	0.9	1.0	0.9	0.9	1	1
Total	15.3	15.1	16.4	19.8	20.2	20.5

° ICA= Índice de calidad actual

¹ ICP = Índice de calidad potencial

Anexo 10. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Cedros.

Propiedades	ICA°			ICP¹		
	18	16	13	18	16	13
Cable						
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Materia orgánica	2.0	2.0	0.8	2.8	2.8	2
Nitrógeno	0.8	0.8	0.4	2.4	2.8	2.4
Fósforo	4.0	4.0	2.4	4	4	3.2
Potasio	4.0	4.0	4.0	4	4	4
Magnesio	1.0	1.0	0.7	1	1	0.8
Calcio	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Cobre	0.8	0.7	0.1	0.8	0.8	0.4
Hierro	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	0.8
Manganeso	0.7	0.6	1.0	0.8	0.6	1
Zinc	0.9	0.8	0.1	0.9	0.9	0.1
Boro	0.4	0.4	0.3	0.6	0.5	0.5
Azufre	0.6	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7
Total	19.3	18.9	13.9	22.2	22.4	18.8

° ICA= Índice de calidad actual

¹ ICP = Índice de calidad potencial

Anexo 11. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Casmul.

Propiedades	ICA ^o			ICP ¹		
	3 G2	3 G3	15 G4	3 G2	3 G3	15 G4
Cable						
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Materia orgánica	1.6	0.4	0.8	2.4	2	2
Nitrógeno	0.4	0.4	0.4	2	2	2
Fósforo	1.2	0.8	0.4	2.4	2.4	2
Potasio	3.6	4.0	2.4	3.6	4	2.4
Magnesio	1.0	0.8	0.5	1	0.9	0.7
Calcio	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6
Cobre	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Hierro	0.6	1.0	0.9	0.6	1.0	0.9
Manganeso	0.4	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6
Zinc	0.5	1.0	0.6	0.5	1	0.6
Boro	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
Azufre	0.8	0.8	1.0	0.8	0.9	1
Total	13.1	12.7	10.4	16.9	18.1	15.2

^o ICA= Índice de calidad actual¹ ICP = Índice de calidad potencial

Anexo 12. Índice de calidad química de los suelos de la Finca Productora.

Propiedades	ICA ^o			ICP ¹		
	15	23A	31B	15	23A	31B
Cable						
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
pH	2.0	1.8	2.0	2.25	2	2.25
Materia orgánica	2.0	1.2	1.2	2.8	2	2
Nitrógeno	0.8	0.4	0.4	2	2	2
Fósforo	4.0	2.8	4.0	4	3.2	4
Potasio	2.8	3.6	3.6	2.8	3.6	3.6
Magnesio	0.9	0.8	0.9	0.9	1	0.9
Calcio	0.9	0.7	0.9	0.9	0.7	0.9
Cobre	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Hierro	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
Manganeso	0.9	0.6	0.9	1	0.6	0.9
Zinc	0.1	0.8	0.1	0.1	0.8	0.1
Boro	0.6	0.4	0.4	0.8	0.6	0.6
Azufre	0.8	0.8	0.6	0.9	0.9	0.8
Total	16.4	14.5	15.7	19.1	18.0	18.8

^o ICA= Índice de calidad actual¹ ICP = Índice de calidad potencial

BIBLIOGRAFIA

Beugnon, M and Champion, J. 1966. Etude sur les racines du bananier. *Fruits* 21(7) :309-327.

Doran, J. W. and D. C. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. *En* J. W. Doran *et al* (ed.) Defining soil quality for a sustainable environment. American Soil Science Soc, Special Publication No. 35. Madison, Wisconsin. pg 7.

Gauggel, C. 2003. Índices de calidad de suelos para las propiedades morfológicas, físicas y químicas. No publicado.