

Caracterización edáfica de las áreas cultivadas con frutales en Zamorano

Cristian Adolfo Terrones Cano

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2003

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Caracterización edáfica de las áreas cultivadas con frutales en Zamorano

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

presentado por:

Cristian Adolfo Terrones Cano

Honduras
Diciembre, 2003

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

Cristian Adolfo Terrones Cano

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2003

CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE LAS ÁREAS CULTIVADAS CON FRUTALES EN ZAMORANO

Presentado por:

Cristian Adolfo Terrones Cano

Aprobada:

Carlos Gauggel, Ph. D.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph.D.
Coordinador de Área de Fitotecnia
Carrera de Ciencia y Producción
Agropecuaria

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

Jorge Iván Restrepo, MBA.
Coordinador de la Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

Mauricio Huete, Ing. Agr.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A mis viejitos Luis y Elena por haberme dado todo y más de lo que siempre necesité. Mis logros son suyos también.

AGRADECIMIENTOS

A mis viejitos por todo.

Al Dr. Carlos Gauggel por su apoyo y por haberme ayudado a descubrir mi vocación.

Al Dr. Odilo Duarte, por su ayuda y sus enseñanzas.

Al Ing. Mauricio Huete por el aprendizaje de trabajo de campo.

A la Ing. Gloria Arévalo de Gauggel por su apoyo.

A Diana y Eduardo por toda su ayuda y amistad

A la Ing. Hilda Flores, Jackie y Martha por todo el trabajo que realizaron para este estudio.

A Rosa por haber sido mi bastón y mejor amiga estos cuatro años.

A Kenji por haberme soportado todo este tiempo.

A Javier, Francisco, Rodrigo, José y Sindy el trabajo compartido.

A Johana, Marlen, Jaime, Emerson, Lamar, Luis, Miguel, Edie, Carlos, Luis Francisco, Manolo, Alejandro, Alis, Heidi, Rosa Elvira y Loretta por la amistad formada estos 4 años.

A mis colegas en general por las experiencias compartidas.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A la Zamoempresa de Cultivos Extensivos por haber financiado parcialmente este estudio.
A la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria por haber financiado parcialmente este estudio.

RESUMEN

Terrones, Cristian. 2003. Caracterización edáfica de las áreas cultivadas con frutales en Zamorano. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 50 p.

El éxito en la producción de frutales en Zamorano depende de establecer los cultivos aptos para el clima de la zona y en los suelos que cumplan los requisitos edáficos requeridos. Esto sólo se logrará haciendo un estudio detallado de los suelos de las áreas de interés para planificar la distribución de los cultivos. El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad agrícola actual y potencial de los suelos de áreas de interés de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos de Zamorano para el cultivo de frutales en el Valle del Yeguaré y otras áreas con características similares en valles intramontanos del país, y proponer un plan de manejo integral para esos suelos. El estudio se llevó a cabo en los terrenos de cultivos frutales de Zamorano y en diferentes zonas de Honduras, se escogieron sitios típicos por cada zona de interés y se tomaron muestras de suelo para análisis químico. Además se estudió la Colección de Frutales de Zamorano para determinar las posibles causas del desarrollo desigual de plantas de la misma especie. Los factores químicos limitantes fueron: reacción del suelo ácida, bajos contenidos de N y P, y desbalance de Mg con respecto al K, mientras que las principales limitantes físicas fueron la ocurrencia de horizontes masivos y compactos en la parte superior del perfil (pie de arado) y horizontes con drenaje interno pobre debido a altos contenidos de arcilla en el subsuelo. Además, las características químicas y físicas de los suelos de las otras zonas estudiadas en Honduras, en general, son similares a las de Zamorano. En la Colección de Frutales no se encontró una relación directa entre el desarrollo de los cultivos estudiados y las propiedades físicas del suelo, pero se encontró relación directa con los contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo. Partiendo de que los factores químicos del suelo pueden ser enmendados por medio de un programa adecuado de fertilización, se dedujo que el principal problema son las limitantes físicas, por lo que se recomienda subsolar, acondicionar los hoyos de plantación e implementar una red de drenaje superficial eficiente. Estas mismas medidas son aplicables a las otras áreas caracterizadas en el resto del país.

Palabras clave: Manejo integral de suelos, plan de fertilización, valles intramontanos.

CONTENIDO

Portada.....	i
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firma.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Agradecimientos a patrocinadores.....	vii
Resumen.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivo específico.....	2
MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
SITIOS PARA CARACTERIZACIONES DE SUELOS.....	3
Muestreo de suelos.....	3
Muestreo foliar.....	3
ANÁLISIS DE MUESTRAS.....	4
ÍNDICES DE CALIDAD DE SUELOS.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
I. PLANTACIONES COMERCIALES DE ZAMORANO Y OTRAS REGIONES SELECTAS DEL PAÍS.....	5
Profundidad efectiva.....	5
Textura.....	5
Horizontes y color del suelo.....	5
Estructura.....	6
Consistencia y resistencia a la penetración.....	9
Propiedades químicas del suelo.....	9
Análisis foliar.....	9
Índices de calidad de suelo.....	12
Características edáficas en diferentes zonas estudiadas en Honduras.....	12

Propiedades morfológicas y físicas	12
Propiedades químicas	12
II. CULTIVOS DE LA COLECCIÓN DE FRUTALES DE ZAMORANO	21
Propiedades físicas del suelo	21
Propiedades químicas del suelo	21
Análisis foliar	22
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES	26
Enmiendas físicas	26
Enmiendas químicas	30
Enmiendas para las áreas caracterizadas en diferentes zonas de Honduras	30
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1	Resumen de propiedades morfológicas y físicas de las áreas de frutales en Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003	7
2	Valores máximos, mínimos y promedios de las propiedades químicas del horizonte A de los suelos con cultivos frutales de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	10
3	Valores máximos, mínimos y promedios de análisis foliares de cultivos frutales de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	11
4	Propiedades morfológicas y físicas características en los suelos de las áreas caracterizadas en diferentes zonas de Honduras, 2003.	13
5	Propiedades químicas de los suelos de las áreas caracterizadas en diferentes zonas de Honduras, 2003.	19
6	Propiedades físicas de los suelos de la Colección de Frutales de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	21
7	Análisis químico de los suelos de la Colección de Frutales de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	23
8	Análisis foliares de la Colección de Frutales de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	24
9	Recomendaciones de enmiendas físicas para las áreas de estudio de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	28
10	Recomendaciones de fertilización para los cultivos estudiados en Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1	Diagrama del acondicionamiento del hoyo de plantación.	26
---	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Dosis de fertilización recomendadas por varios autores..	34
2	Propiedades físicas del suelo de las áreas estudiadas, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	35
3	Índices de calidad de los suelos dedicados a cultivos de frutales, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.	50

INTRODUCCIÓN

Este estudio se realizó para desarrollar criterios edáficos y proponer un programa de nutrición y manejo integral de suelos para los frutales que se cultivan en Zamorano a cargo de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos (ZECE). El marco de este estudio también incluyó datos e inferencias sobre las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos predominantes en áreas agrícolas importantes (valles intramontanos) del país. Este estudio incluye los cultivos de cítricos, mango, aguacate, guayabo, café, maracuyá, plátano, guanábana, arazá, jaboticaba y macadamia.

Los cítricos (*Citrus spp*) requieren suelos bien drenados, con texturas medias, buena estructura (tamaños medios y finos), una profundidad efectiva mayor a 90 cm y un rango de pH de 5.5 a 6.5 (tolerante a 5 a 8). Los cítricos tienen un alto requerimiento de N y K, y requerimientos medios de otros nutrientes (Landon 1991). El mango (*Mangifera indica*) también requiere suelos bien drenados, con texturas medias, pero se adapta a todo tipo de suelos con estructura granular, una profundidad efectiva mayor a 90 cm y pH de 5.5 a 7.5, en general tiene altos requerimientos de nutrientes (Landon 1991). El aguacate (*Persea americana*) igualmente requiere suelos muy bien drenados, con textura franca o franca arenosa, con una profundidad efectiva mayor a 90 cm. y pH de 5.5 a 6.5 (Torcia y Munguía, 1993).

La guayaba (*Psidium guajaba*) se desarrolla en todo tipo de suelos, idealmente en suelos francos bien drenados, pero su producción no varía considerablemente en suelos pesados y con drenaje interno deficiente (Avilán y Leal, 1990). Según Baraona y Sancho (1992a) este cultivo requiere un pH de 5 a 6. Por el contrario, el café (*Coffea arabica*) requiere suelos bien drenados, con texturas medias, friables, con estructura de tamaños medios y finos con grado fuerte, una profundidad efectiva mayor a 90 cm y pH de 5 a 6 (tolerante a extremos de 4.5 a 7). Tiene un requerimiento de nutrientes entre medio y alto (Landon 1991). El plátano (*Musa spp*) requiere suelos bien drenados, con texturas medias, friables, con estructura granular (tamaños medios y finos), con una profundidad efectiva mayor a 90 cm y pH de 5.5 a 7.5 (pero tolerante a un rango de 4 a 8). Este cultivo tiene altos requerimientos de N y K (Landon 1991).

El maracuyá (*Pasiflora edulis* f. *flavicarpa*) no es muy exigente en cuanto a suelos, pero lo ideal son francos, profundos, ricos en materia orgánica, con buen drenaje interno y con pH de 5.5 a 7.0 (Serna y Chacón, 1989). La guanábana (*Annona muricata*) también es poco exigente en propiedades físicas de suelos, ya que desarrolla raíces poco profundas, y aunque idealmente prefiere suelos profundos, fértiles y bien drenados y un rango de pH de 5.5 a 6.5, este cultivo es relativamente tolerante a suelos con drenaje interno deficiente (Baraona y Sancho, 1992b). El arazá (*Eugenia stipitata*) se desarrolla en suelos pobres, pero bien drenados, con texturas sueltas y de reacción del suelo muy ácida (Pinedo *et al*, 1981). La jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) se adapta a una amplia gama de suelos (incluso tolera suelos pedregosos), pero los

mejores suelos son los francos, fértiles, con buen drenaje interno, profundos y ligeramente ácidos (Duarte, 1993). Por otro lado, la macadamia (*Macadamia integrifolia*) requiere suelos fértiles, bien drenados sin capas impermeables y un pH de 5.5 a 6.5 (Baraona y Sancho, 1992b).

Este estudio fue de gran importancia para Zamorano, ya que permitió proponer un programa integral de manejo de suelos para sus cultivos de frutales, basado en un estudio detallado que ayudará a incrementar la producción. Los conceptos y prácticas desarrollados en este estudio fueron extrapolados a otros valles de condiciones similares ubicados en las principales regiones productivas de Honduras, para beneficiar de esta manera a otros productores del país.

OBJETIVOS

General

Determinar la capacidad agrícola actual y potencial de los suelos de áreas de interés de la ZECE para el cultivo de frutales en Zamorano y otras áreas de características similares en el país.

Específicos

1. Identificar los aspectos nutricionales de importancia para el cultivo de cítricos, mango, aguacate, guayaba, café, maracuyá, plátano, guanábana, arazá, jaboticaba y macadamia en Zamorano a cargo de la ZECE.
2. Identificar las zonas más adecuadas dentro de los terrenos bajo estudio, para el establecimiento de los cultivos frutales en mención.
3. Desarrollar un programa de nutrición vegetal para estos cultivos frutales.
4. Proponer un programa de manejo integral de suelos para la producción, y si es necesario, para la rehabilitación de suelos con cultivos frutales en Zamorano con cobertura regional.
5. Identificar, con base en los datos obtenidos, los aspectos nutricionales de importancia en la producción de frutales y extrapolar los resultados en forma general a otros valles de características similares en Honduras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en los terrenos de cultivos de frutales a cargo de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos de Zamorano, ubicada en el Valle del Río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, con una pluviosidad y temperatura promedio anual de 1110 mm y 22 °C respectivamente.

Los cultivos considerados y su ubicación en los predios de El Zamorano fueron los siguientes: mango en Zona 2, la Colección de frutales y El Ciruelo; cítricos en las Vegas 5 y 7; aguacate en la Vega 1; guayaba en la Vega 6 y en Zona 1; café en los CBs y en Sta. Inés; maracuyá en Zorralles; plátano en las Vegas 1, 2 y 3; guanábana, jaboticaba, macadamia y arazá en la Colección de Frutales.

SITIOS PARA CARACTERIZACIONES DE SUELOS:

Se tomaron tres sitios típicos por cultivo de interés. Para los fines de este estudio se definieron como sitios típicos las áreas con crecimiento vegetativo, suelos y condiciones hídricas representativas de las poblaciones de suelos y plantas del área de cultivo. Se tomaron muestras de suelos y foliares como sigue:

a. Muestreo de suelos:

En los cultivos que estén siendo fertilizados, se tomaron las muestras de la banda donde se aplica el fertilizante. Todas las muestras estaban compuestas por 10 submuestras.

Las propiedades físicas y morfológicas determinadas en calicatas de dimensiones convencionales fueron: color, textura, estructura, consistencia, poros, raíces, límites, profundidad efectiva y resistencia a la penetración con penetrómetro de bolsillo.

b. Muestreo foliar:

Para los cultivos suficientemente desarrollados se muestrearon aproximadamente 200 g de hojas maduras jóvenes, pero completamente formadas, las cuales se encuentran en las partes superiores del follaje, donde reciben una buena intensidad de luz. En el caso específico del plátano, de cada hoja se descartaron los extremos guardándose solamente la parte central de la lámina para análisis¹.

¹Gauggel, C. 2003. Comunicación oral. Zamorano.

ANÁLISIS DE MUESTRAS

Las propiedades químicas estudiadas en las muestras de suelos fueron: nitrógeno total calculado de la materia orgánica; contenido de materia orgánica a partir del carbono orgánico determinado por combustión húmeda; el pH con relación 1:1 peso suelo:volumen de agua; bases extractables (Ca, Mg, K) con la solución extractora Mehlich 3 y determinación por espectrofotometría de absorción atómica; y fósforo disponible extraído con la solución Mehlich 3 y determinado por colorimetría. Los análisis de tejido (foliar) se hicieron por digestión en húmedo y los contenidos elementales fueron determinados por absorción atómica.

ÍNDICES DE CALIDAD DE SUELOS

Se determinaron los Índices de Calidad de Suelo Actual y Potencial por el método descrito por Barahona (2000) y modificado por Gauggel² en el 2003.

² Gauggel, C. 2003. Comunicación oral. Zamorano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. PLANTACIONES COMERCIALES DE ZAMORANO Y OTRAS REGIONES SELECTAS DEL PAÍS

Profundidad efectiva

Todos los suelos estudiados presentaron profundidades efectivas limitadas. Estas limitaciones se deben principalmente a la presencia de un pie de arado (horizonte Ad), horizontes arcillosos, horizontes C con arenas medias y horizontes constituidos por fragmentos gruesos engarzados en una matriz arcillosa. La profundidad efectiva osciló desde 7 cm. en la guayaba de la Vega 6 hasta 30 cm. en el plátano de la Vega 3 (Cuadro 1). Esto indica que el desarrollo de frutales bajo las condiciones actuales de los suelos de la zona será restringido y que hay alta variabilidad entre los sitios de interés.

Textura:

Las texturas de los suelos estudiados fueron muy variables, oscilando desde suelos arenosos hasta arcillosos. Hay pocos suelos con contenido alto de limo.

La mayoría de las texturas determinadas son adecuadas para los cultivos estudiados, salvo en el caso de las texturas de los suelos de la Vega 5 (toronja y tangelo) y la Vega 6 (guayaba), donde hay arcillas pesadas, lo cual causa drenaje interno pobre y alta resistencia a la penetración de raíces. Por otro lado, los suelos de Santa Inés (café) poseen texturas arenosas, las cuales presentan baja retención y disponibilidad de agua y nutrientes (Cuadro 1).

Horizontes y color del suelo:

El grosor de los horizontes superiores del suelo (horizontes A) varía entre 10 cm en la Vega 5 (toronja y tangelo) y Vega 7 (guayaba) hasta 63 cm en la Vega 1 (plátano). En estos horizontes los colores predominantes tienen tonos 10 YR, salvo en los casos de la Zona 2 (mango) y el Ciruelo (mango) donde se registraron tonos de 7.5YR, indicando contenidos relativamente altos de óxidos de hierro. Esta homogeneidad de colores indica que las cantidades de materia orgánica en los suelos estudiados son relativamente uniformes.

En el subsuelo hay horizontes Bt, Btg, Bw, Bg y C. En los sitios que presentan horizontes Bg y Btg, los colores son predominantemente grises (cromas <2) con

profusión de motas, lo cual indica procesos frecuentes de oxido-reducción lo que a su vez indica problemas de drenaje interno del suelo como consecuencia de horizontes arcillosos masivos en el subsuelo. Esta condición es restrictiva para el desarrollo de raíces.

Estructura:

En los horizontes superiores las estructuras son predominantemente granulares, blocosas (o carentes de ella en casos donde hay un pie de arado). En los horizontes del subsuelo, se encuentran estructuras en bloques, prismas o sin estructura, de tamaños variables (Cuadro 1). Las estructuras prismáticas gruesas y la condición masiva constituyen un impedimento para el desarrollo radical y para el drenaje interno adecuado.

Cuadro 1. Resumen de propiedades morfológicas y físicas de las áreas de frutales en Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

Unidad de Suelos	Cultivo, lugar y área (ha)	Familia Textural cm			Estructura cm			Profundidad Efectiva cm	Resistencia a la penetración (kg/cm ²) del horizonte limitante
		0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90		
MF+/F+ 1	Guayaba, Vega 6 2 ha	M	F+	F+	Masiva	Prismática gruesa y media.	Prismática media.	7	>4,5
M/(M)GM 2	Guayaba, Zona 1 ½ ha	M	M	G	Granular en la capa arable y blocosa media en el subsuelo.	Prismática gruesa y media y blocosa media.	Masiva.	15	>4,5
M/MF- 3	Plátano, Vega 1 2 ha	M	M	F-	Granular en la capa arable y blocosa gruesa en el subsuelo.	Masiva.	Blocosa gruesa.	29	>4,5
M(F+)/F+ 4	Mango, Colección de Frutales 1 ha	M	M/F+	F+	Granular en la capa arable y masiva en el subsuelo.	Blocosa media y prismática media y gruesa.	Prismática gruesa y media.	15	>4,5

Cuadro 1. Continuación...

Unidad de suelos	Cultivo lugar y área (ha)	Familia Textural cm			Estructura cm			Profundidad Efectiva cm	Resistencia a la penetración (kg/cm ²) del horizonte limitante
		0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90		
MF-/M 5	Plátano, Vega 3 4 ha	M/F-	F-	(G)M	Granular en la capa arable y blocosa gruesa y media en el subsuelo.	Blocosa gruesa y media.	Blocosa media.	30	>4,5
MG/G 6	Café, Sta. Inés 6 ha	M	G	G	Granular en la capa arable y blocosa gruesa y media en el subsuelo.	Masiva.	Masiva.	10	>4,5
M/M 7	Aguacate, Vega 1 1 ha	M	M	M	Granular en la capa arable y masiva en el subsuelo.	Masiva en la capa superior y blocosa gruesa en la inferior.	Blocosa media y gruesa.	12	>4,5

Abreviaturas: Unidad de suelos: M, texturas medias; F-, texturas finas; F+, texturas muy finas; G, texturas arenosas.

Consistencia y resistencia a la penetración:

La mayoría de los suelos caracterizados tienen resistencias a la penetración mayores a 4.5 kg/cm^2 a 10-15 cm de profundidad (horizonte Ad), lo cual restringe el desarrollo normal de las raíces (Cuadro 1). Cabe destacar que las medidas de resistencia a la penetración fueron tomadas en suelos secos lo que puede incrementar estos valores, salvo en los casos de los terrenos bajo cultivo de plátano, donde hay riego y por lo tanto el suelo mantiene una humedad cercana a la capacidad de campo.

Propiedades químicas del suelo

Los valores de pH son adecuados para los cultivos establecidos en todos los suelos estudiados. Por otro lado, las concentraciones de N son bajas, con la excepción de la plantación de guayaba en Zona 1, las plantaciones de mango en Zona 2, en la Colección de Frutales y en El Ciruelo; y la plantación de maracuyá en Zorrales, donde el suelo presentó concentraciones adecuadas de este elemento (Cuadro 2).

La concentración y disponibilidad de P es adecuada en los suelos de las plantaciones de aguacate en la Vega 1, en 70% de la plantación de plátano, en 20 % de la plantación de naranja, mandarina y limón, así como en la plantación de maracuyá. En esta última el suelo tiene texturas arcillosas pero los niveles de P son muy altos lo cual permite que haya buena disponibilidad de este elemento. Los suelos bajos en P son los de las plantaciones de guayaba en Zona 1, café en los CB, mango en Zona 2, mango en la Colección de Frutales, mango en El Ciruelo, y toronja y tangelo en la Vega 5. La disponibilidad de este elemento se vio reducida por alto contenido de arcilla en los terrenos pertenecientes a las unidades de suelos MF+/F+ y M(F+)/F+, y se ve reducida por valores bajos de pH en los suelos de plantaciones de café en los CBs y Sta. Inés y en los suelos de la plantación de plátano en la Vega 3 (Cuadro 2).

La concentración de K del suelo es alta en todos los terrenos estudiados, pero su disponibilidad puede ser afectada por alto contenido de arcilla en los suelos pertenecientes a las unidades de suelos MF+/F+ y M(F+)/F+. La concentración de Ca fue adecuada en todos los suelos estudiados con la excepción de los suelos de la plantación de café de Sta. Inés. Por otro lado, las concentraciones de Mg fueron adecuadas en todos los suelos caracterizados, excepto en los suelos de las plantaciones de café en los CBs y Sta. Inés. La relación Mg/K es baja en todos los casos con excepción de la plantación de toronja y tangelo en la Vega 5. Por el contrario, la relación Ca/Mg es alta en todos los suelos menos en 80% de la plantación de naranja, mandarina y limón en Vega 7 (Cuadro 2). Esto indica que si bien las cantidades de Mg en los suelos son adecuadas, su disponibilidad no lo es, ya que esta se ve afectada por la alta concentración de K y una relación Ca/Mg alta en el suelo.

Análisis foliar

En las plantaciones de plátano los niveles foliares de casi todos los elementos fueron normales excepto en la unidad de suelos M/MF- donde el N se encontró alto; por el contrario, el Fe se encontró bajo en la misma área. En la unidad de suelos MF-/M se encontraron bajos los niveles de Ca y Fe (Cuadro 3).

Cuadro 2. Valores máximos, mínimos y promedios de las propiedades químicas del horizonte A de los suelos con cultivos de frutales de Zamorano, Valle de Yeguaré, Honduras, 2003.

Unidad de Suelos	Cultivos	pH 1:1 (H ₂ O)			M.O.			N			P			K			Ca			Mg			Relaciones		
		Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
MF+/F+	Guayaba			5,79			2,15			0,11			22,84			334			1660			198	5,03	1,93	11,62
	Toronja y Tangelo			5,81			1,50			0,08			9,98			348			2260			233	5,82	2,18	14,84
	Naranja, Mandarina y limón	6,84	6,14	6,49	2,49	0,89	1,69	0,12	0,04	0,08	31,39	14,00	22,69	1490	1110	1300	3060	2680	2870	480	380	430	4,00	1,08	5,38
	Café			5,58			3,20			0,16			8,87			300			1780			130	8,22	1,41	12,98
M/M(Gr)M	Guayaba			6,01			5,62			0,28			7,37			598			3300			329	6,02	1,79	12,55
M/MF-	Plátano	6,06	5,98	6,02	2,04	1,97	2,01	0,10	0,10	0,10	55,43	44,85	50,14	580	432	506	2210	2070	2140	230	190	210	6,11	1,35	9,60
M(F+)/F+	Mango	6,94	5,98	6,46	6,47	4,00	5,24	0,32	0,20	0,26	6,26	2,94	4,60	556	530	543	2750	1600	2175	254	180	217	6,01	1,30	9,11
	Maracuyá			6,52			5,25			0,26			550,05			1240			2760			500	3,31	1,31	5,65
MF-/M	Plátano	5,73	5,68	5,71	2,44	1,84	2,14	0,12	0,09	0,11	49,90	29,58	39,74	526	240	383	1570	1480	1525	130	140	135	6,78	1,15	8,91
	Naranja, Mandarina y limón			6,80			0,70			0,03			14,60			646			3140			350	5,38	1,76	11,24
MGr/Gr	Café			5,38			2,00			0,10			76,03			372			760			100	4,56	0,87	4,86
M/M	Aguacate			6,26			1,83			0,09			35,11			432			1710			190	5,40	1,43	9,15

Abreviaturas: Unidad de suelos: M, texturas medias; F-, texturas finas; F+, texturas muy finas; G, texturas arenosas.

Cuadro 3. Valores máximos, mínimos y promedios de los análisis foliares de cultivos frutales de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

Propiedad del suelo	Rangos y Promedio	Plátano		Café		Mango	Maracuyá
		3	5	1	6	4	4
N (%)	Max	3,24				1,04	
	Min	2,83				1,15	
	Prom	3,03	2,76	2,35	2,37	1,09	4,12
P (%)	Max	0,52				0,08	
	Min	0,20				0,11	
	Prom	0,36	0,23	0,13	0,17	0,10	0,47
K (%)	Max	3,91				0,96	
	Min	3,21				1,13	
	Prom	3,56	3,44	2,50	2,12	1,05	6,96
Ca (%)	Max	1,03				1,42	
	Min	0,70				0,95	
	Prom	0,87	0,52	0,92	0,71	1,19	1,49
Mg (%)	Max	0,28				0,40	
	Min	0,21				0,33	
	Prom	0,25	0,30	0,23	0,54	0,36	0,48
Cu (mg/kg)	Max	9,86				6,92	
	Min	6,88				6,95	
	Prom	8,37	7,77	6,84	9,93	6,93	9,62
Fe (mg/kg)	Max	112,40				37,56	
	Min	54,03				41,68	
	Prom	83,22	59,26	83,09	68,49	39,62	298,08
Mn (mg/kg)	Max	586,67				444,84	
	Min	422,20				560,74	
	Prom	504,53	733,44	140,76	153,86	502,79	73,08
Zn (mg/kg)	Max	17,75				15,82	
	Min	12,97				13,89	
	Prom	15,36	22,34	7,82	6,95	14,86	38,46

En las plantaciones de café en los CB y Sta. Inés se encontraron bajos los niveles de N, Cu, Fe y Zn. En el café de los CB además de los nutrientes anteriormente indicados, también se encontraron bajos los niveles de P y Mg, pero niveles adecuados de K, Ca y Mn. En el café de Sta. Inés, se encontraron bajos los niveles de Ca, adecuados los de P, K y Mn, y altos los de Mg (Cuadro 3).

En las plantaciones de mango en Zona 2, la Colección de Frutales y El Ciruelo, los niveles de Ca, Cu, Fe y Zn fueron bajos, adecuados los de N, P y Mg, y altos los de K y Mn (Cuadro 3).

En la plantación de maracuyá se encontraron niveles bajos de N, adecuados de Ca, Cu y Mn, y altos los de P, K, Mg y Fe (Cuadro 3).

Índices de calidad del suelo

Los índices de calidad del suelo actuales fueron bajos en todos los suelos estudiados, debido a sus limitantes físicas y químicas. Sin embargo, la calidad de estos suelos se puede mejorar entre un 33 - 44.5% por medio de la implementación de medidas correctivas y un plan de manejo adecuado, el cual se detalla en la sección de recomendaciones (Cuadro 9).

Características edáficas en diferentes zonas estudiadas en Honduras

Propiedades morfológicas y físicas

Las propiedades morfológicas y físicas de los suelos de diferentes áreas del país reportadas en este trabajo son similares a las encontradas en las áreas dedicadas al cultivo de frutales de Zamorano (Cuadro 4). Las propiedades limitantes más severas son extremos texturales (arena y arcilla), profundidad efectiva limitada, fragmentos gruesos abundantes a poca profundidad, masificación de los horizontes superiores del suelo por labranza inadecuada y degradación del suelo por tasas altas de erosión. En consecuencia, las medidas de rehabilitación y manejo de suelos son similares a las recomendadas para los suelos de Zamorano.

Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los suelos estudiados varían altamente entre las zonas caracterizadas. La reacción del suelo, contenidos de materia orgánica y nutrientes en especial, presentan un amplio rango de variación en las diferentes zonas estudiadas (Cuadro 5). Las características químicas más limitantes son la reacción del suelo (pH), bajo contenido de materia orgánica y concentraciones sub óptimas de N, P, K y Mg. Por tanto, los cultivos de frutales en esas zonas del país deberán ser fertilizados de acuerdo con análisis de suelos y foliares de los sitios específicos y no sobre recomendaciones generalizadas.

Cuadro 4. Propiedades morfológicas y físicas características en los suelos de las áreas caracterizadas en diferentes zonas de Honduras, 2003.

Área geográfica	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Talanga (Depto de Francisco Morazan)	Variable, con un promedio de 40 cm.	Variabes, con predominancia de gruesas en pie de monte y arcillas en zonas planas.	Granular en la capa arable, blocosa y prismática en el subsuelo.	Generalmente pobre.	Variable.	De bajo a moderado, se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Lepaguare (Depto de La Paz)	Variable, con un promedio de 50 cm.	Variabes, con extremos texturales (arena, arcilla) frecuentemente estratificados.	Granular en la capa arable, blocosa y prismática gruesa en el subsuelo.	De moderadamente bueno a pobre.	Moderadamente bueno.	Moderado, se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana, jaboticaba y arazá. Se podrían sembrar plátano y cítricos, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Guaymaca (Depto de Francisco Morazan)	Media, con un promedio de 45 cm.	Franco limosas en la capa arable y arcillosas con mucha grava en el subsuelo.	Granular en la capa arable, blocosa y prismática en el subsuelo.	Pobre.	Variable.	De bajo a moderado, se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.

Cuadro 4. Continuación...

Área geográfica	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Bajos de Choloma (Depto de Cortéz)	Variable.	Arcillosas.	Blocosa y prismática de mediana a gruesa.	Pobre.	Pobre.	Baja. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, jaborcabe y plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Guayape (Depto de Olancho)	Promedio de 60 cm.	Franco arcillosas en los primeros 60 cm y arenas francas después de los 60 cm.	Masiva en la capa arable, presentan pie de arado. Bloques subangulares medianos y gruesos en el subsuelo.	Moderadamente bueno.	Moderadamente bueno.	Moderado. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana, jaborcabe y arazá. Se podrían sembrar plátano, cítricos, aguacate, macadamia y arazá, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
La Lima Valle de Sula (Depto de Cortéz)	Promedio entre 90-150 cm.	Variables, todos los rangos.	Granular en la capa arable, blocosa y prismática en el subsuelo.	De bueno a pobre.	Variable.	De moderado a alto. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana, jaborcabe. Se podrían sembrar plátano, cítricos, aguacate, macadamia y arazá, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.

Cuadro 4. Continuación...

Área geográfica	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Yoro	Variable, con promedio de 50 cm.	Variables, frecuentemente arcillosas.	Granular y blocosa en la capa arable y blocosa y prismática gruesa en el subsuelo.	De bueno a pobre.	Moderadamente bueno.	De bajo a moderado, se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Valle de la Venta (Depto de Copan)	Variable, con un promedio entre 20-80 cm.	Variables, todos los rangos.	Granular en la capa arable, blocosa y prismática gruesa en el subsuelo.	De excesivo a pobre.	Generalmente bueno.	De bajo a alto. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, cítricos, aguacate, macadamia y arazá, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Río Amarillo Santa Isabel Sesemil Jocotán Copan Ruinas (Depto de Copan)	Generalmente poco profundos, predominantemente suelos de ladera.	Arcillosas.	Granular en la capa arable, prismática gruesa o masiva en el subsuelo.	Pobre.	Excesivo.	Bajo. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, jaboticaba y plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.

Cuadro 4. Continuación...

Área geográfica	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Sesecapa (Depto de Ocoatepeque)	Poco profundos, entre 20-30 cm.	Francas en la capa arable y arcillosas en el subsuelo.	Granular en la capa arable, prismática gruesa o masiva en el subsuelo.	Pobre.	Alto.	Bajo. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, jaboticaba y plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Quimistán (Depto de Santa Bárbara)	Poco profundos, entre 15-30 cm.	Franco arcillosas en la capa arable y arcillosas en el subsuelo.	Granular en la capa arable, prismática gruesa en el subsuelo.	Pobre.	De moderado a pobre.	Bajo. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, jaboticaba y plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Sinuapa (Depto de Ocoatepeque)	Suelos profundos y medianamente profundos.	Francas y franco arcillosas.	Granular en la capa arable y blocosa en el subsuelo.	Buena.	Buena.	Alto, se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, cítricos, café, aguacate, macadamia y arazá, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.

Cuadro 4. Continuación...

Área geográfica	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Jamastrán San Matías Cuscateca (Depto de El Paraíso)	Variable, entre 15-70 cm.	Variables, en su mayoría arcillosas.	Granular o masiva en la capa arable, blocosa y prismática gruesa y muy gruesa en el subsuelo.	Variable.	De moderado a pobre.	De bajo a moderado, se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.
Cantarranas (Depto de Francisco Morazán)	Variables, entre 25-100 cm.	Variables entre grava y arena por un lado y altos contenidos de arcillas por el otro.	Granular en la capa arable y masificado en el subsuelo por limitaciones físicas del suelo.	Moderado a pobre.	Moderado a pobre.	De bajo a alto. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, cítricos, aguacate, macadamia y arazá, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.

Cuadro 4. Continuación...

Área geográfica	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Comayagua	Variable, con un rango entre 10 a >100 cm.	Variables, francas, arcillosas y arenosas fuertemente estratificadas.	Desde granular a masiva en la capa arable y blocosa y prismática gruesa en el subsuelo.	Variable, de excesivo a pobre.	Variable	De bajo a alto. Se pueden sembrar mango, maracuyá, guayaba, guanabana y jaboticaba. Se podrían sembrar plátano, cítricos, aguacate, macadamia y arazá, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para asegurar un buen drenaje.

Cuadro 5. Propiedades de los suelos de las áreas caracterizadas en diferentes zonas de Honduras, 2003.

ÁREA GEOGRÁFICA	pH	M.O.	N _{total}	P	K	Ca	Mg	Relaciones	
	(H ₂ O)	%	%	mg/kg				Ca/Mg	Mg/K
TALANGA Depto. de Francisco Morazán	5,54	2,12	0,11	21,27	337,33	1250,00	146,67	5,07	1,73
LEPAGUARE Depto. de La paz	4,96	2,37	0,12	38,17	142,00	965,00	210,00	2,86	4,76
GUAIMACA Depto. de Francisco Morazán	5,39	1,46	0,07	29,58	154,00	630,00	130,00	2,91	2,74
GUAYAPE Depto. de Olancho	5,66	3,42	0,17	47,79	282,40	1866,00	252,00	4,32	3,09
YORO Depto. de Yoro	6,99	3,32	0,17	25,54	270,89	4807,78	254,56	14,15	4,57
BAJOS DE CHOLOMA Depto. de Cortéz	7,15	2,32	0,12	30,52	200,00	4416,67	373,33	7,12	6,13
LA LIMA Depto. de Cortéz	7,92	1,2	0,06	39,69	367,00	6175,00	350,00	10,95	3,16
VALLE SULA Depto. de Cortéz	7,14	5,00	0,25	40,73	430,00	5550,00	590,00	5,64	4,46
QUIMISTÁN Depto. de Santa Bárbara	5,66	3,36	0,17	69,73	267,33	2556,67	246,67	5,90	3,24
VALLE LA VENTA Depto. de Copán	7,21	2,92	0,15	65,71	345,20	5850,00	300,00	13,97	2,86
VALLE RIO AMARILLO Depto. de Copán	6,12	1,86	0,09	9,18	164,00	2480,00	200,00	7,44	3,96
VALLE COPAN RUINAS Depto. de Copán	5,87	6,36	0,32	84,11	310,00	1925,00	240,00	5,22	5,67

II. CULTIVOS DE LA COLECCIÓN DE FRUTALES DE ZAMORANO

Propiedades físicas del suelo

El terreno de la Colección de Frutales presenta una gran cantidad de fragmentos gruesos en el subsuelo a partir de los 20 cm de profundidad, afectando indistintamente tanto a las plantas con crecimiento normal como a las que presentan desarrollo pobre. En general, en el terreno estudiado no se encontró una relación directa entre las características del suelo y el desarrollo de las plantas que crecen en él, ya que las propiedades morfológicas y físicas de este fueron muy homogéneas en toda el área. En el caso de la jaboticaba, las plantas con desarrollo pobre se encontraban en suelos de mejor calidad que las de desarrollo normal (Cuadro 6).

Cuadro 6. Propiedades físicas de los suelos de la colección de frutales, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

Cultivo	Vigor	Familia Textural				Limitantes físicas
		Profundidades(cm)				
		0-30	30-60	60-90	90-120	
Guanábana	Buena	F-	F-	F-	Gg	Presencia generalizada de piedras en el subsuelo a partir de los 20 cm de profundidad.
	Pobre	F-	F-	F-	F-	
Jaboticaba	Buena	F-	F-	F-	F-	
	Pobre	F-	M	F-	F-	
Macadamia	Buena	F-	M	F+	F+	
	Pobre	F-	M	F+	F+	
Arazá	Buena	F-	F-	F-	F-	
	Pobre	F-	F-	F-	F-	

Abreviaturas: M, medias; F-, finas; F+ muy finas; Gg, piedra y grava gruesa.

Propiedades químicas del suelo

En los casos de la guanábana y la jaboticaba, el pH está directamente relacionado con el desarrollo de las plantas, ya que estas especies requieren suelos ligeramente ácidos. En estos casos, los suelos que ocupan las plantas normales presentaron valores de pH adecuados o cerca al rango adecuado, mientras que los suelos que ocupan las plantas con desarrollo pobre presentaron valores de pH muy altos. En los casos de los suelos que ocupan la macadamia y el arazá, no se encontró relación entre el pH y el desarrollo de las plantas, ya que las plantas de desarrollo pobre ocurren en suelos con rangos apropiados de pH (Cuadro 7).

Se pudo apreciar diferencias en concentraciones en el suelo de ciertos nutrimentos entre las áreas con plantas normales y con desarrollo pobre. En los cuatro cultivos estudiados se encontró que los suelos de las plantas con mejor desarrollo presentaron mayores niveles de materia orgánica, nitrógeno y fósforo que los suelos de las plantas con desarrollo pobre. En las áreas cultivadas con arazá, los suelos que ocupan las

plantas normales presentaron una concentración mucho mayor de zinc que los suelos ocupados por las plantas con desarrollo pobre. (Cuadro 7).

Análisis foliar

Los análisis foliares realizados no indican grandes diferencias en contenidos nutricionales entre las plantas con desarrollo normal y las plantas con desarrollo pobre. En general, no ocurre un patrón que determine una relación entre el desarrollo normal de las plantas estudiadas y el contenido de un elemento en particular. La única diferencia importante fue la concentración de N en el tejido para jaboticaba, macadamia y arazá, donde plantas con desarrollo normal tienen mayor contenido de éste. En el caso específico del Mn, en las plantas de macadamia, se podría inferir que la alta concentración de este elemento es un factor que afecta su desarrollo, ya que se nota claramente que aquellas con desarrollo normal tienen concentraciones mucho más bajas que las que tienen desarrollo pobre. Por lo demás, no hay bases para concluir que los otros nutrientes están generando diferencias marcadas en el desarrollo de las plantas, puesto que sus concentraciones foliares no presentan un patrón definido (Cuadro 8).

Cuadro 7. Análisis químico de suelos del área de la Colección de Frutales, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

Cultivo	Vigor	pH	M.O. (H ₂ O)	N _{total} %	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Relaciones		
													mg/kg	Ca/Mg	Mg/K
Guanábana	Bueno	6,73	3,54	0,18	68,12	695,33	2843,33	196,67	2,90	100	97	17,00	8,67	0,92	8,89
	Malo	7,08	2,87	0,14	50,70	554,67	2930,00	170,00	3,90	153	106	13,00	10,34	1,00	11,30
Jaboticaba	Bueno	6,18	3,33	0,17	56,73	598,00	2200,00	173,33	3,70	157	82	12,00	7,62	0,94	8,12
	Malo	6,54	2,92	0,15	37,73	497,33	2386,67	163,33	3,60	128	145	18,00	8,77	1,07	10,43
Macadamia	Bueno	6,80	3,35	0,17	40,07	438,00	2560,00	150,00	4,30	117	142	12,00	10,24	1,11	12,51
	Malo	6,40	2,97	0,15	14,34	448,00	2136,67	146,67	4,50	174	167	12,00	8,74	1,06	10,36
Arazá	Bueno	6,27	4,11	0,21	39,13	556,00	2970,00	230,00	3,30	187	112	34,00	7,75	1,34	11,76
	Malo	5,62	2,21	0,11	9,48	314,00	2250,00	218,00	3,00	198	90	11,20	6,19	2,26	16,23

Nota: Muestras tomadas a una profundidad de 0-20 cm

Cuadro 8. Análisis foliares de la Colección de Frutales de Zamorano, Va

Cultivo	Vigor	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
		%			mg/kg					
Guanábana	Normal	1,39	0,16	1,05	1,71	0,15	8,74	42,55	44,18	19,10
	Pobre	1,46	0,21	1,11	1,89	0,18	10,66	50,26	40,95	21,00
Jaboticaba	Normal	1,28	0,22	0,72	1,29	0,17	5,99	63,02	3131,10	38,87
	Pobre	1,03	0,30	0,72	1,23	0,17	5,27	63,91	2816,75	26,06
Macadamia	Normal	1,12	0,09	0,83	0,52	0,06	7,55	60,58	813,67	20,35
	Pobre	0,72	0,20	0,82	0,70	0,07	9,00	48,59	2408,76	26,05
Arazá	Normal	1,06	0,38	0,61	1,20	0,17	17,67	52,04	47,13	29,46
	Pobre	0,89	0,33	1,15	1,60	0,35	13,87	44,58	55,48	15,85

CONCLUSIONES

Los datos encontrados en este trabajo y su interpretación llevan a las conclusiones siguientes:

1. Los factores nutricionales limitantes para el desarrollo y producción adecuada de los cultivos de frutales de interés para Zamorano son la reacción del suelo (pH) fuertemente ácida, contenidos de materia orgánica bajos en algunos suelos, contenidos bajos de N, P y desbalance de Mg con respecto al K y Ca.
2. Las zonas más adecuadas para el establecimiento de frutales en Zamorano son las unidades de suelos M/M, M/MF-, MF-/M y M/(M)GM.
3. Con base en los resultados de los análisis químicos de suelos y foliares fue posible desarrollar un programa de fertilización de los cultivos de frutales actualmente establecidos en Zamorano. Este programa se detalla en la sección de recomendaciones.
4. Dado que las propiedades morfológicas y físicas y muchas de las químicas de los suelos caracterizados en Zamorano son similares a los de las otras zonas del país caracterizadas en este estudio, se pudo estructurar un plan de rehabilitación y manejo general para los suelos de interés, el cual se detalla en la sección de recomendaciones.
5. Los factores edáficos y nutricionales que pudieran estar contribuyendo a la diferencia en desarrollo entre las plantas de la misma especie y edad de la Colección de Frutales de Zamorano son fitotoxicidad de Mn y contenidos bajos de N. Los datos indican que la causa mayor para esta diferencia no es edáfica por lo que se deben considerar otras causas.

RECOMENDACIONES

ENMIENDAS FÍSICAS

En los suelos de las unidades de suelos MF+/F+ y M(F+)/F+ se debe realizar una pasada paralela a la pendiente con un subsolador topo a 70 cm de profundidad y un espaciamiento entre brazos de 1 m; seguidamente se debe realizar una segunda pasada que intercepte a la primera en un ángulo de 45° con un subsolador convencional provisto en la punta de aletas de 10 cm, con un espaciamiento entre cinceles de 0.75 m y a la profundidad requerida en cada terreno. Esto permitirá obtener una mayor fractura de la matriz del suelo.

Debido a que estos suelos poseen horizontes con texturas muy pesadas, es necesario que se acondicionen los hoyos de plantación de 1 m de diámetro por 1 m de profundidad como muestra la Figura 1. Posteriormente, estos suelos deben manejarse con tecnología de cero labranza.

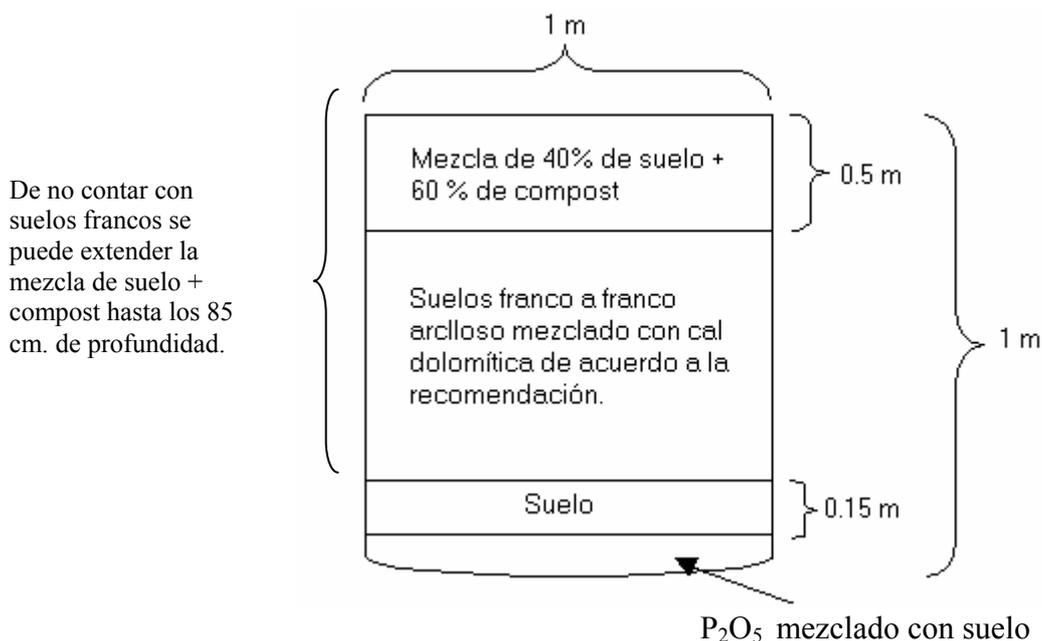


Figura 1. Diagrama del acondicionamiento del hoyo de plantación.

Adicionalmente, se deben construir zanjas de drenaje en dirección perpendicular a la pendiente, que intercepten el flujo de agua superficial (escorrentía) y que eviten la erosión (Cuadro 9). También se deben construir redes de zanjas de menor tamaño (cóncavas). Estas deben drenar a los drenes anteriormente indicados.

En los suelos de las unidades de suelos M/(M)GM, M/MF-, MF-/M, y M/M se debe realizar una pasada con un subsolador convencional provisto en la punta de aletas de 10 cm, con un espaciamiento entre cinceles de 0.75 m y a la profundidad requerida en cada terreno, seguidamente se debe realizar una segunda pasada que intercepte a la primera en un ángulo de 45° con el mismo tipo de subsolador y a la misma profundidad. Adicionalmente, en los suelos de la unidad de suelo MF-/M, se deben construir zanjas de drenaje que drenen el agua empozada en áreas depresionales (Cuadro 9).

En los suelos pertenecientes a la unidad de suelos MG/G se debe subsolar a la profundidad indicada en el Cuadro 9. Estos suelos también presentan un horizonte C poco profundo por lo que no se recomienda el uso de arado primario, y si se tuviera que usar, la profundidad de penetración de este no puede sobrepasar los 20 cm. También en este caso, se deben acondicionar los hoyos de plantación como se indica en la Figura 1. Estos suelos se deben manejar bajo labranza cero posteriormente a su rehabilitación.

Cuadro 9. Recomendaciones de enmiendas físicas para las áreas de estudio de Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

Área	Unidad de Suelos	Cultivo	Limitante física	Recomendaciones	Potencial para frutales	Índice de calidad antes de enmiendas	Índice de calidad después de enmiendas
Guayaba Vega 6	MF+ F+	Guayaba	Pie de arado 7-23 cm prof. Arcilla muy pesada 23-95x cm prof.	Subsolar a 30 cm prof. Se recomienda labranza cero y acondicionar hoyos de plantación. Se deben realizar zanjas de drenaje perpendiculares a la pendiente	Bajo. Se recomienda sembrar guayaba, mango, jaboticaba y maracuyá.	17.95	32.35
Guayaba Zona 1	M (M)GM	Guayaba	Pie de arado 15-53 cm prof. Horizonte C 71-96 cm prof. (piedra)	Subsolar a 60cm prof.	Alto. Se recomienda sembrar cualquiera de los cultivos estudiados.	19.95	32.65
Plátano Vega 1	M MF-	Plátano	Pie de arado 29-63 cm prof.	Subsolar a 70 cm prof.	Alto. Se recomienda sembrar cualquiera de los cultivos estudiados	20.45	35
Mango Colección	M(F+) F+	Mango	Pie de arado 15-38 cm prof. Arcilla 47-120x cm prof.	Subsolar a 45 cm prof. Se recomienda labranza cero y acondicionar hoyos de plantación. Se deben realizar zanjas de drenaje perpendiculares a la pendiente	De bajo a moderado. Se recomienda sembrar guayaba, mango, jaboticaba, guanábana, plátano y maracuyá.	18.1	31.55
Plátano Vega 3	MF- M	Plátano	Pie de arado 30-55 cm prof. Horizonte C 55-110x cm prof. (arena)	Subsolar a 60 cm prof. Se deben construir zanjas de drenaje que drenen el agua empozada en áreas depresionales.	De moderado a alto. Se recomienda sembrar cualquiera de los cultivos estudiados, menos aguacate.	22.3	33.85

Cuadro 9. Continuación

Área	Unidad Suelos	Cultivo	Limitante física	Recomendaciones	Potencial para frutales	Índice de calidad antes de enmiendas	Índice de calidad después de enmiendas
Café Sta. Inés	MG G	Café	Pie de arado 10-24 cm prof. Horizonte C 24-120 cm prof.	Subsolar a 30 cm prof. No usar rastra a profundidades mayores de 20 cm. Se recomienda labranza cero y acondicionar hoyos de plantación.	De bajo a moderado. Se recomienda sembrar aguacate, cítricos, guanábana, plátano y jaboticaba.	18.38	33.15
Aguacate Vega 1	M M	Plátano	Pie de arado 12-43 cm prof.	Subsolar a 50 cm prof.	Alto. Se recomienda sembrar cualquiera de los cultivos estudiados	18.7	32.45

ENMIENDAS QUÍMICAS

En todos los terrenos estudiados, el pH fue adecuado para los cultivos utilizados; la única excepción es en la plantación de plátano en la unidad de suelos MF-/M, donde se recomienda aplicar cal dolomítica para subir el pH y también subir la concentración de Mg del suelo. En las plantaciones de naranja, mandarina y limón en las unidades de suelos MF+/F+ y MF-/M, y en la plantación de maracuyá en la unidad de suelos M(F+)/F+, se recomienda aplicar cantidades mínimas de K_2O , al menos en los primeros 4 años, lo cual ayudará a reducir los niveles de K y mejorará la relación Mg/K. Esta medida incrementará la disponibilidad del Mg, el cual se encuentra en concentraciones elevadas en el suelo, pero es poco disponible para la planta por las razones apuntadas anteriormente. Al cuarto año, se recomienda realizar un análisis foliar para determinar los niveles de Mg en los tejidos y ajustar la fertilización.

En la plantación de mango, en la unidad de suelos M(F+)/F+, se encontró deficiencia de Ca en el análisis foliar, por lo cual se recomienda aplicar una enmienda foliar con este elemento en cada ciclo de producción, con una solución acuosa al 3% de nitrato de calcio.

Con respecto a los demás elementos, las recomendaciones de fertilización se hicieron de acuerdo con las concentraciones encontradas en los análisis de suelos y foliares realizados (Cuadro 10).

ENMIENDAS PARA LAS ÁREAS CARACTERIZADAS EN DIFERENTES ZONAS DE HONDURAS.

En general, las recomendaciones de acondicionamiento morfológico y físico de suelos propuesta para Zamorano, son aplicables a las mayoría de las condiciones edáficas de otras zonas del país. Sin embargo, las aplicaciones de fertilizantes deberán hacerse según análisis de suelos específicos; no obstante, las recomendaciones de fertilización para los cultivos de Zamorano pueden ser usadas como guía general para planificar la estrategia de fertilización de frutales en las zonas estudiadas.

Cuadro 10. Recomendaciones de fertilización para los cultivos estudiados en Zamorano, Valle del Yeguare, Honduras, 2003.

Cultivo	Unidad de Suelos	Etapa fisiológica	Material encalante t/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg/ha			
Aguacate	M/M	1-2 años	2,84 cal dolomítica	24	10	32	6
		2-4 años		31	13	42	8
		Adulta		48	20	64	12
Guayaba	MF+/F+	1-2 años		36	30	48	66
		2-4 años		47	39	62	86
		Adulta		72	60	96	132
Toronja y tangelo	M/(M)GM	Adulta		60	72	80	110
	MF+/F+	1-2 años		162	36	175	20
		2-4 años		211	47	228	26
Adulta		324		72	350	40	
Plátano	M/MF-		275	65	300	65	
	M/F-M		275	65	500	0	
Naranja, mandarina y limón	MF+/F+	1-2 años	162	30	70	0	
		2-4 años	211	39	91	0	
		Adulta	324	60	140	32 [§]	
	M/F-M	1-2 años	162	30	98	0	
		2-4 años	211	39	127	0	
		Adulta	324	60	196	32 [§]	
Café	MF+/F+	Adulta	200	40	100	24	
	MG/G	Adulta	200	20	42	20	
Mango	M(F+)/F+	Adulta	100	30	44	60	
Maracuyá	M(F+)/F+		96	4	29	0	

[§] Esto dependerá de los análisis foliares que se hagan al cuarto año.

BIBLIOGRAFÍA

- Avilán, L.; Leal, F. 1990. Suelos, fertilizantes y encalado para frutales. Editorial America. Caracas, VE. 458 p.
- Barahona, R. 2000. Caracterización detallada de los suelos de San Nicolás y prácticas recomendadas para su uso sostenible. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, HN. 51 p.
- Baraona, M.; Sancho, E. 1992a. Fruticultura especial; coco, pejibaye, guayaba y cas. Universidad Estatal a Distancia. San José, CR. 74 p.
- Baraona, M.; Sancho, E. 1992b. Fruticultura especial; guanábana y macadamia. Universidad Estatal a Distancia. San José, CR. 88 p.
- Duarte O. 1993. La jaboticaba; origen, distribución, aspectos botánicos, condiciones ambientales, propagación, cultivo, utilización y procesamiento de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (DC)Berg). Escuela Agrícola Panamericana. HN. 34 p.
- Guerrero R. 1991. Fertilización de cultivos en clima cálido. 2a Ed. Monómeros Colombo Venezolanos S.A.. Barranquilla, CO. 312 p.
- Landon J. 1991. Booker Tropical Soil Manual. Longman Scientific & Technical. HK. 474 p.
- Pinedo, M.; Ramírez, F.; Blasco, M. 1981. Notas preliminares sobre el Arazá (*Eugenia stipitata*), frutal nativo de la amazonía peruana. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Instituto de Ciencias Agrícolas. Lima, PE 58 p.
- Serna, J.; Chacón, C. 1989. El cultivo del maracuyá. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. CO 31 p.
- Torcia, P.; Munguía, R. 1993. Fruticultura; general y especial. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 299 p.
- Valencia G. 1998. Manual de nutrición y fertilización del café. INPOFOS. Quito, EC 61 p.

ANEXOS

Anexo 1. Dosis de fertilización recomendadas por varios autores.

Cultivo	Rendimientos	kg/ha				Referencias
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
Aguacate	Promedio	40	25	80	10	Guerrero (1991)
Cítricos	Promedio	270	60	350	40	Guerrero (1991)
Mango	Promedio	100	25	110	75	Guerrero (1991)
Maracuyá	Promedio	80	15	120	10	Guerrero (1991)
Café	Promedio	60-90	10-20	60-100	5-20	Valencia (1998)
	Alto	200	30	250	SD	
Plátano	Promedio	250	30	300	30	Gauggel (2003) ¹
	Alto	300	100	700	100	
Guayaba	Promedio	48-72	48-72	80-112	SD	Avilán y Leal (1990)

¹Gauggel, C. 2003. Apuntes de la clase de nutrición Vegetal. Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana.

SD: sin datos

Anexo 2. Propiedades físicas del suelo de las áreas estudiadas, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
<u>M</u> M(G)M 7	Aguacate Vega 1	Ap	0-12	PGM O 10 YR 3/2			F	gr tt m	me fr d ca/ f mu d ca	m tg	fr	0	pa
		Ad	12-43	GO 10YR 3/1			F	masivo	me p d ca/ fmf fr d ca	fr memf	f	+4.5	pc
		Bw	43-67	PO 10 YR 3/3			F Af	bsa gmg d	fmf fr d ca	fr memf	fr	3.75	pc
		Ab	67-96	PGM O 10 YR 3/2			F	bsa gme d	fmf fr d ca	fr memf	fr	2.7	pa
		2Cb	96-128	P 10 YR 4/3			A Fm	masivo	fmf fr d ca	p fmf	fr	0.35	pc
		3Ab	128- 150x	PO 10 YR 3/3			F Af	b tt mo	fmf fr d ca	p fmf	fr	0.25	

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
<u>ME+</u> F+ 1	Guayaba Vega 6	Ap	0-7	GMO 10 YR 3/1			F	gr tt fu	me fr d ca/ fmf mu d cs	m tg	f	0	oc
		Ad	7-23	PGM O 10YR 3/2			F	masivo	me fr c h v/fmf fr d ca	fr fmf	mf	+4.5	pc
		Bg	23-57	GMO 2.5 Y 3/1			Ar	p meg fu	fmf p d ca/ pl g fr v	p fmf	ef	+4.5	pg
		Bg ₂	57-90	GMO 2.5 Y 3/1			Ar Gg	p me mo / ba g mo	fmf p d ca	mp fmf	ef	+4.5	pg
		Bg ₂ C	90-95	POI 2.5 Y 4/3			Ar Am	masivo	fmf p d ca	mp fmf	mf	+4.5	
<u>(M)F+</u> F+ 1	Toronja y Tangelo Vega 5	Ap	0-10	PGM O 10 YR 3/2			F	gr tt fu	me mu d c/fmf fr d ca	fr me- mf	mf	0.4	pc
		Btg	10-33	PGO 10YR 4/2			Ar	p mgme fu	fme c v/ pl g fr v h	fr fmf	ef	+4.5	pg

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raices	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
		Btg ₂	33-70	P 10 YR 5/3			Ar Af	p gme mo	pl fme fr v	fr fmf	ef	+4.5	og
		Btg ₃	70-87	P 10 YR 5/3			Ar Af	p me d	pl f p v h	p mf	mf	+4.5	pc
		C [¥]	70-87	P 10 YR 5/3			A F mf	masivo	fmf d ca	p mf	fr	2.7	pc
		BCg	87- 115x	P 10 YR 4/3			Ar Am	p me d	fmf p d ca/ pl mf p v	mp mf	mf	+4.5	
<u>M</u> (M)GM 2	Guayaba Zona 1	Ap	0-15	PMO 10YR 2/2			F	gr mg-f fu	tt mu d ca/tt mu c v	m tg	f	3.4	pg
		A	15-53	N 10 YR 2/1			F	p meg d /bsa me d	tt fr d ca/pl f fr v h	fr tg	f	+4.5	pc
		Bw	53-71	PO 10 YR 3/3			F Af	p g d /bsa me	f fr d ca/ pl f fr v h	p mf	fr	4.1	pg

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
		2C	71-81	PO 10 YR 3/3			A F m	masivo	mef p d ca	pg-f	fr	4.2	pc
		3C	81-96	PO 10 YR 3/3			A F m/55 % Gg	masivo	fmf p d ca	p mef	fr	3.4	pc
		Bb	96- 120x	PGM O 10 YR 3/2			F Am /20% Gg	bsa mef d	fmf p d ca	p tg	f	3.75	
<u>M</u> M(F-) 3	Plátano Vega 1	Ap	0-17	PGM O 10 YR 3/2			F	ba me- mf mo	tt fr d ca/f fr c v	m tg	fr	0.95	pd
		Ap ₂	17-29	N/PM O 10YR 3/1.5			F	bsa mef mo	tt fr d ca	fr tg	fr	1.35	pc
		Ad	29-36	PO 7.5 YR 3/2			F	masivo	fmf p d ca	p tg	mf	+4.5	pc

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raices	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
		Bt	36-63	PAO 10 YR 3/4			F A	ba gme d	me-mf p d ca	p fmf	fr	2.85	od
		Bt ₂	63-83	PGM O 10 YR 3/2			F	ba gme d	fmf p d ca	p fmf	fr	2.2	od
		2B	83-110	GMO 10 YR 3/1			F Ar	bsa me mo	me-mf p d ca	mp fmf	fr-f	1.65	
<u>M</u> MF- 3	Plátano Vega 1	Ap	0-15	PO 10YR 3/2			F A mf	gr mg-f fu	me-mf mu c ca	m tg	fr	0.45	pc
		Ap ₂	15-29	PMO 10 YR 3/3			F L	bsa g d		p f	fr	2.8	pa
		Ad	29-63	PO 7.5YR 3/2			F A	masivo	f mu d ca	p f	mf	+4.5	pa
		Bw	63- 110x	GP 7.5YR 2.5/2			F Ar A	bsa mg mo	f mu d ca	p fmf	f	2.9	

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
<u>M</u> (M)F-3	Plátano Vega 2	Ap	0-18	PO 10 YR 2/2			F	ba gme d	me p d ca/f fr c v/f mu d ca	m tg	fr	2.45	pg
		A	18-47	N 10YR 2/1			F	ba gme mo	me-mf fr d ca	fr tg	fr	1.4	pg
			47-73	PGM O 10 YR3/2			F Amf	bsa gme md	fmf pd ca	p me- mf	fr	2.8	cp
		B	73-100	PGM O 10 YR3/2			F Ar	ba gme mo	me p c v/fmf mu d ca	p fmf	fr	2.55	cp
		Bw	100- 115x	PGM O 10 YR3/2			F Ar	ba gme mo	me p c v/fmf m d ca	p fmf	fr	1.1	
<u>(M)F-</u> GM 5	Plátano Vega 3	Ap	0-15	PMO 10YR 2/2			F Amf	gr tt fu	tt mu c ca/tt mu d ca	m tg	fr	1.4	cp
		Ap ₂ [‡]	15-30	PO 7.5 YR 2.5/2			F Ar Af	bsa gme mo-d	me-mf fr d ca	fr tg	fr	1.35	go
		AC	30-55	PO7.5 YR 2.5/2			F Ar Af	bsa gme d	mf fr p d ca/me p d ca	p tg	fr	+4.5	gp

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raices	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
		C	55-77	P 10YR 4/3			A F f	ba me d	fmf p d ca	mp f	fr	0.6	gp
		C ₂	77-110x	PAO 10YR 4/4			F Ame	ba me d	fmf mp d ca	-----	fr	2.9	-----
MF-M 5	Plátano Vega 3	Ap	0-7	PGM O 10 YR3/2			F	ba tt d	me fr d ca/pl mef h v	fr fmf	f	2.95	cp
		Ad	7-20	PGM O 10 YR3/2			F	l me d	me fr d ca/pl mef h v	fr fmf	f	+4.5	gp
		Bg ₁	20-34	GMO 10 YR 3/1	10YR 2/1		F	ba gme mo	tt fr d ca/pl mef h v	p fmf	fr	3.9	gp
		Bg ₂	34-57	GMO 10 YR 3/1			F Ar	ba gme mo	tt m d ca/pl mef h v	p fmf	fr	1.95	gp
		Bg ₃	57-80	GMO 10 YR 3/1			F Amf	ba gme mo	tt fr d ca	---	fr	2.15	cp

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
		Ab	80-107x	N 10YR 2/1			F	ba gme d	tt fr d ca	---	f	+4.5	
<u>MF+</u> F+ 1	Naranja, mandarina y limón Vega 7	Ap	0-10	PO 10YR 3/3			F Af	gr tt fu	fmf mu c-d ca	m tg	fr	0	cp
		2C	10-29	PAO 10 YR 4/4			F Ame	l f mo	fmf fr d ca	fr tg	f	2.5	gp
		Bgb	29-44	GO 10 YR 4/1			Ar L	p gme mo-fu	pl gme mu v h	fr f	mof	1.78	go
			44-74	GMO 10YR 3/1			Ar	p gme d	pl f p v h	fr f	f	1.68	go
		2B	74-91	PMO 10YR 2/2			Ar	ba g d	fmf fr d ca	p fmf	fr	2.9	go
		2B ₂	91-125x	PGM O 10YR 3/2	7.5YR 5/8	5	Ar L	ba g d	fmf p d ca	mp mf	f	2.52	

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raices	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
(M)F-E+ (G)(M)(G) 5	Naranja, mandarina y limón Vega 7	Ap	0-10	PO 7.5YR 3/2	7.5 YR 3/4		F Af	gr tt mo	fmf fr d ca	fr tg	fr	0	cp
		Bg	10-32	PGM O 10 YR 3/2			F Ar L	p g mo	me-mf p d ca /pl me p v h	fr fmf	fr	1.5	cp
		2Bg	32-60	GMO 10 YR 3/1			Ar	p g mo- d	fmf p d ca/ pl me p v h	p fmf	fr	2.45	cp
		C	60-75	GMO 10 YR 3/1			A F f	masivo	fmf p d ca	p fmf	fr	1.75	gp
		2Ab	75-87	GMO 10 YR 3/1			F Af	ba gme d	me p c v/fmf p d ca	p fmf	fr	1	gp
		2C	87-102	PGM O 10 YR 3/2			Ame	masivo	fmf p d ca	p fmf	fr	0.7	cp
		3Bt	102- 112	PGM O 10 YR 3/2	10 YR ¾			F Ar L	p g d	fmf p d ca/me p c v	p fmf	fr	1

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
GM (M)F-F+ 1	Naranja, mandarina y limón Vega 7	3Ab	112-125	N 7.5YR 2.5/1			F Ar L	bsa me d	fmf p d ca	mp fmf	fr	0.65	cp
		C	125-130x	PGM O 10 YR 3/2			A F me	masivo	fmf p d ca	p fmf	fr	0.55	
		Ap	0-10	P 10YR 4/3			A F f	bsa me f mo	fmf mu d ca	fr tg	fr	0	cp
		C	10-31	PAO 10 YR 4/4			A F f	l g mo	fmf p d ca	p fmf	fr	3.2	cp
		C ₂	31-56	PAO 10 YR 4/4			F Af	ba me d	fmf p d ca	p fmf	fr	0.95	cp
		C ₃	56-80	PAO 10 YR 4/4			F Af	ba gme d	fmf p d ca	p fmf	fr	0.55	cp
		Bgb	80-92	PO 10YR 3/3			F Ar	p gme d	fmf p d ca/ pl f p v h	m p fmf	fr	0.53	cp

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raices	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
		Bgb ₂	92-130	PMO 10YR 2/2			F Ar	p gme d	fmf fr d ca/ pl f fr v h	p fmf	fr	2.4	cp
		Bgb ₃	130- 133x	GMO 10YR 3/1			Ar	p gme d	fmf p d ca/ pl f fr v h	p fmf	fr	2	
<u>MG</u> G 6	Café Sta. Inés	Ap	0-10	PGM O 10YR 3/2			F Ag	gr tt mo/ bsa me mo	tt mu c ca/mef mu d ca	m tg	fr	0.1	cp
		Ad ^e	10-24	PGM O 10YR 3/2			F Ag/ Gg	ba gme d	tt fr d ca	p tg	f	4	gp
		AC	24-37	PO 10 YR 3/3			A F g	ba gme md	tt fr d ca	p tg	fr	+4.5	cp
		C	37-90	PAO 10 YR 4/4			A F me/ Gg	masivo	fmf p d ca	p mf	f	+4.5	dp
		C ₂	90- 120x	PO 10 YR 3/3			A F me	masivo	fmf p d ca	----	mf	+4.5	

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
M(F+) F+ 4	Mango Colección de Frutales	Ap	0-15	PGM O 10YR 3/2			F	gr tt fu	me-mf m c- d ca	m tg	fr	1	cp
		Ad	15-38	PGM O 10YR 3/2			F	masivo	me-mf fr d ca	fr tg	f	+4.5	cp
		E	38-47	PGO 10YR 4/2			F L	ba mef d	me-mf fr c ca	fr me- mf	fr	3.9	cp
		Bt	47-67	PGO 10YR 4/2	10 YR 3/6		Ar	p gme fu	pl tt mu v h	fr tg	ef	+4.5	gp
		Bt ₂	67-85	PO 10 YR 3/2	10 YR 3/6		Ar	p gme fu	pl tt mu v h	p fmf	f	4.24	gp
		Bt ₃	85-106	PO 10 YR 3/2	10 YR 3/6		Ar	p gme mo	pl tt mu v h	p tg	f	2.75	gp
		Bt ₄	106- 120x	PGO 10YR 4/2	10 YR 3/6		Ar/Gg	p gme fu	pl tt mu v h	fr tg	ef	+4.5	

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raices	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
<u>M(F+)</u> F+ 4	Mango Zona 2	Ap	0-10	N 7.5 YR 2.5/1			F	bsa tt fu	me fr c v/tt mu d ca	fr tg	f	2.65	cp
		A	10-27	GMO 7.5YR 3/1			F/30% Gg	gr tt mo	tt fr dc ca	fr fmf/m p gme	fr	3.3	cp
		Bw	27-52	PO 7.5 YR 3/2			F	p gme d	fmf m d ca/me fr d ca	fr tg	fr	+4.5	gp
		2C	52-83	PGO 10YR 4/2	10 YR 3/6		Ar	p gme fu	pl tt mu v h	fr tg	ef	+4.5	gp
		3C	83-98	PO 10 YR 3/2	10 YR 3/6		Ar	p gme fu	pl tt mu v h	p fmf	f	4	gp
		4C	98-110x	PGO 10YR 4/2	10 YR 3/6		Ar	p gme mo	pl tt mu v h	p tg	f	+4.5	
<u>MF-(F+)</u> F+ 4	Mango El Ciruelo	Ap	0-11	GMO 7.5 YR 3/1			F	gr tt fu/ bsa gme fu	g fr d ca/mef fr c ca	m tg	fr	2.8	pa

Anexo 2. Continuación...

Unidad de Suelos	Cultivo y Lugar	Hor.	Prof. cm.	Color	Motas	%	Text.	Est.	Porosidad	Raíces	Con.	Res. Kg/cm ²	Li.
<u>M(F+)</u> F+ 4	Maracuyá Zorrales	Ap	0-10	N 10YR 2/1			F	gr tt fu/bsa mef mo	tt mu c ca	mu tg	fr	0.5	og
		Ap ₂	10-30	N 7.5 YR 2.5/1			F	bsa mef mo	tt fr dc ca	fr mef	fr	1	oc
		E	30-46	PG 10 YR 5/2	7.5 YR 4/6	7	F Af	ba mef d	fmf p d ca	p fmf	f	2.7	oc
		Bg	46-70	GO 10 YR 4/6	7.5 YR 4/6	15	Ar	p gme fu	fmf p d ca/pl gr	-	mf	+4.5	

Abreviaturas: Unidad de suelos: M, texturas medias; F-, texturas finas; F+, texturas muy finas; G, texturas arenosas; Gg, piedra y grava gruesa. Hor, Horizonte; Prof, profundidad; Text, textura; Est, estructura; Con, consistencia; Res, resistencia a la penetración; Li, límite. Textura: f, franco; l, limoso; ar, arcilla; a, arena; mf, muy fina; f, fina; m, media; g, gruesa; mg, muy gruesa. Estructura: bsa, bloques subangulares; ba bloques angulares; gr, granular; p, prismas; l, laminar; md, muy débil; d, débil; mo, moderado; fu, fuerte. Poros: pl, plano; c, continuos; d, discontinuos; tt, todos tamaños; mf, muy fino; f, fino; me, mediano; g, grueso; mg, muy grueso.; mp, muy pocos; p, pocos; fr, frecuentes; mu, muchos; h, horizontales; v, verticales; ca, caóticos. Raíces: tg, todos los grosores; mf, muy fino; f, fino; me, mediano; g, grueso; mg, muy grueso.; mp, muy pocos; p, pocos; fr, frecuentes; mu, muchos. Consistencia: fr, friable; mof, moderadamente firme; f, firme; mf, muy firme; ef, extremadamente firme. Límite: p, plano; a, abrupto; c, claro; g, gradual; o, ondulado.

¥ Bolsón de arena

£ presencia de lombrices

€ presencia de hormigas

£ 30% pedregones, 20% piedras

Anexo 3. Índices de calidad de los suelos dedicados a cultivos de frutales, Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras, 2003.

Propiedades analizadas	Unidad de suelos														
	1		2		3		4		5		6		7		
	Guayaba Vega 6	Guayaba Zona 1	Plátano Vega 1	Mango Colección	Plátano Vega 3	Café Sta. Inés	Aguacate Vega 1	ICA	ICP	ICA	ICP	ICA	ICP	ICA	ICP
Textura (0,6)	1,20	1,20	1,20	1,20	3,60	3,60	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Estructura (0,35)	0,35	2,10	0,35	2,80	0,35	2,80	0,35	2,10	2,10	2,80	0,35	2,10	0,35	2,10	
Profundidad efectiva (0,4)	0,40	3,20	0,40	3,20	0,40	3,20	0,40	3,20	1,60	3,20	0,40	3,20	0,40	3,20	
Resistencia a la penetración (0,35)	0,35	2,10	0,35	2,10	0,35	2,10	0,35	2,10	0,35	2,10	0,35	2,10	0,35	2,10	
Conductividad Hidráulica (0,35)	0,35	1,75	2,10	2,80	0,35	2,10	1,40	1,75	2,10	2,80	2,10	2,80	0,35	2,10	
Agua disponible (0,5)	1,50	1,50	1,25	1,25	1,50	1,50	1,50	1,50	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	
pH (0,25)	1,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	1,50	2,50	1,13	2,50	2,50	2,50	
M.O. (0,4)	1,60	4,00	3,20	4,00	1,60	4,00	2,80	4,00	1,60	4,00	1,60	4,00	1,60	4,00	
N (0,4)	0,80	4,00	1,60	4,00	0,80	4,00	1,80	4,00	0,80	4,00	0,80	4,00	0,80	4,00	
P (0,4)	4,00	4,00	2,40	4,00	4,00	4,00	0,80	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
K (0,4)	4,00	4,00	2,80	2,80	3,20	3,20	3,20	3,20	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
Mg (0,1)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	
Ca (0,1)	0,90	1,00	0,80	1,00	0,90	1,00	0,90	1,00	0,80	1,00	0,60	1,00	0,90	1,00	
Total	17,95	32,35	19,95	32,65	20,45	35,00	18,10	31,55	22,30	33,85	18,38	33,15	18,70	32,45	

ICA: Índice de Calidad de suelos Actual

ICP: Índice de Calidad de suelos Potencial