

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGRO PECUARIA

# Caracterización de suelos de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos en el Valle de El Zamorano, Honduras

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de  
Licenciatura.

Presentado por:

Javier López Aguilar

Honduras  
Diciembre, 2003

## RESUMEN

López, Javier 2003. Caracterización de los suelos para cultivos extensivos en el valle de El Zamorano, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 35 Pág.

Honduras se ha caracterizado por ser uno de los países de Centro América productor de granos que constituyen una fuente importante de ingresos. Este estudio comprende los suelos de Zamorano utilizados en la producción de granos básicos y las áreas de condiciones similares a Zamorano de importancia agrícola del país, con el objetivo de desarrollar un programa de nutrición y rehabilitación identificando los factores edáficos (físico, químico y morfológico) limitantes para el desarrollo óptimo de los cultivos extensivos de interés de ZECE. Para esto se determinaron propiedades físicas y morfológicas más relevantes: textura, estructura, consistencia, poros, raíces, profundidad efectiva, resistencia a la penetración y límite. Las propiedades químicas determinadas fueron: pH, materia orgánica, N, P, K, Ca y Mg. En general, la profundidad efectiva del suelo de las zonas estudiadas es severamente limitada por un horizonte Ad (pie de arado) que generalmente ocurre entre 10 y 20 cm de profundidad, restringida en el subsuelo por fragmentos rocosos, horizontes masivos y compactos. Las texturas predominantes en los horizontes superiores son franco arenoso a francos con estructuras granulares fuertes en los horizontes superiores y gruesas y muy gruesas en el sub suelo resultando en un drenaje interno muy pobre. Los contenido de materia orgánica son muy bajos en las zonas de estudio de Zamorano y variables en las suelos agrícolas del país; los elementos N, P, Mg y Ca son relativamente bajos en todas las áreas de estudio, mientras que el K es alto en los suelos de Zamorano y variable en las suelos agrícolas del país. En conclusión, los suelos estudiados se encuentran limitados y deteriorados para la producción de cultivos extensivos ya que han sido físicamente degradados. Sin embargo, el potencial de estos suelos puede ser significativamente incrementado con la implementación de subsoleo con topo paralelo a la pendiente y cruzado a 45° con subsoleo convencional (provisto de aletas) para mejorar las condiciones físicas; y la aplicación de fertilizantes y cal dolomítica para mejorar las condiciones químicas de los cultivos de interés.

**Palabras clave:** Análisis químicos, enmiendas, requerimientos nutricionales, unidad de mapeo.

## CONTENIDO

Portadilla .....	1
Autoría .....	11
Paginas de firmas.....	111
Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos .....	V
Agradecimientos a patrocinadores.....	VI
Resumen.....	VII
Contenido.....	V111
Índice de cuadros.....	X
Índice de Figuras.....	XI
Índice de Anexos.....	X11
 <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	 1
 <b>OBJETIVOS</b> .....	 2
Objetivo general.....	2
Objetivo específico .....	2
 <b>MATERIALES y MÉTODOS</b> .....	 3
ÁREAS DE ESTUDIO.....	3
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	3
CARACTERIZACIONES MORFOLÓGICAS y FÍSICA DE SUELOS.....	3
Caracterización con barrenaciones de cubeta.....	3
Caracterización de perfiles en calicatas .....	3
ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS .....	4
ÍNDICES DE CALIDAD DE SUELOS.....	4
 <b>RESULTADOS y DISCUSIÓN</b> .....	 5
MORFOLOGÍA Y PROPIEDADES FÍSICAS.....	5
Profundidad efectiva del suelo.....	5
Color, textura y estructura.....	5
PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.....	6
Reacción del suelo (pH).....	6
Materia orgánica .....	6
Macro nutrientes .....	6
DISTRIBUCIÓN DE SUELOS.....	6
ÍNDICES DE CALIDAD DE SUELOS ACTUAL Y POTENCIAL.....	7
VALLES DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA EN HONDURAS.....	7
Propiedades Morfológicas y físicas.....	7

Propiedades Químicas.....	7
<b>CONCLUSIONES</b> .....	19
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	20
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	27
<b>ANEXOS</b> .....	28

## INTRODUCCIÓN

Honduras se ha caracterizado por ser un productor de granos entre los países de Centro América. Éstos constituyen una fuente importante de ingresos para las diferentes zonas agrícolas del país. Uno de los mayores problemas que enfrentan los agricultores es la disminución de los rendimientos en los cultivos y esto se atribuye entre otras causas al manejo inadecuado que se ha dado a los suelos, resultando en pérdidas de la calidad de los mismos y que en muchos casos son irreversibles. Los suelos de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), han sufrido procesos de degradación física y química como la pérdida de estructura, porosidad, reducción en el contenido de la materia orgánica, erosión del horizonte A y disminución de la fertilidad (Barahona, 2000). Por lo tanto, es muy importante realizar estudios en los cuales se elabore un plan de fertilización para cultivos extensivos que permita mantener y mejorar la relación suelo-planta bajo las diferentes condiciones edáficas del país y los predios de la EAP en particular.

Este estudio comprende los predios de Zamorano que están siendo utilizados en la producción de granos básicos y semilla por la Zamo Empresa de Cultivos Extensivos (ZECE) y de otras áreas de importancia agrícola del país. Como resultado de la cobertura geográfica de este estudio, se define un marco de referencia nutricional con el fin de proponer programas y estrategias generales para el manejo de la fertilización de estos suelos.

Dentro de los cultivos considerados en este estudio, está el frijol. Este cultivo requiere suelos bien drenados, con pH óptimo que varía de 6.0-7.5, con requerimientos nutricionales de 40-70 kg de N, 40-70 kg de  $P_{205}$  y 60-100 kg de  $K_2O$ , hectárea por ciclo de cultivo (Fageria, et.al, 1991).

El sorgo es una planta que se siembra en una amplia diversidad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos pero se obtienen los mejores rendimientos en suelos con textura franco arenosa. El pH varía de 5.5-8.5, pero el óptimo está entre 5.5 y 6.5. Con respecto a los requerimientos nutricionales, requiere, 170-225 kg de N, 80-125 kg de  $P_{205}$  y 80-115 kg de  $K_2O$ , hectárea por ciclo de cultivo (Fageria, et. al, 1991).

El maíz puede crecer en una gran variedad de suelos, pero su mejor desarrollo se da en suelos profundos bien drenados con texturas franco y franco limosos, con adecuada cantidad de materia orgánica y nutrientes (<biblio>). La planta puede crecer a valores de pH de 5 a 8. Con respecto a sus requerimientos nutricionales, uno de los más importantes es el N. El rango de tasas de aplicación para una producción óptima varía entre 160-241 kg de N, 75-150 kg de  $P_{205}$  y 70-200 kg de  $K_2O$ , hectárea por ciclo (Fageria, et. al, 1991).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **ÁREAS DE ESTUDIO**

Las áreas comprendidas en este estudio son: San Nicolás, Diego Rafael, El Espinal, Zavala y Colindres ubicadas en los predios de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano y los valles de Talanga, Lepaguare, Guaimaca, Bajos de Choloma, La Lima, Valle de Sula, Valle de la Venta, Río Amarillo, Santa Isabel, Sesemil, Jocotán, Copan Ruinas, Sinuapa, Jamastran, Cantarranas, Valle de Comayagua, Progreso y La Esperanza en Honduras.

### **DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La zona de San Nicolás está localizada, en el kilómetro dos, carretera a Guinope, su topografía es plana con una pendiente de 2%, a una elevación de 772 msnm., la temperatura promedio anual va de 24 a 27°C con precipitaciones promedios anuales de 1100mm. Las zonas de El Espinal y Diego Rafael colindan al norte por el área de San Nicolás, tienen una topografía muy variada con pendientes de 2 a 4% y una elevación de 780 msnm. La Zona de Zavala localizada en el kilómetro cuatro, carretera a Guinope, tiene una topografía muy variada con una pendiente de 5 a 8%, a una elevación de 790 msnm. La zona de Colindres localizada en la EAP en el 32 Km. carretera a Danlí, tiene una topografía plana con una pendiente del 2% y una elevación de 760 msnm.

### **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA y FÍSICA DE SUELOS**

#### **Caracterización con barreno de cubeta:**

Se hicieron perforaciones con barreno de cubeta a una profundidad de 1.2 m o hasta la ocurrencia de roca o grava. Las propiedades determinadas fueron: grosor de los horizontes, textura, consistencia, poros y colores indicativos de procesos oxidación-reducción. Las perforaciones se hicieron a lo largo de transectos espaciados a 100 m de distancia entre puntos y 100 m entre transectos. Los datos obtenidos se localizaron con GPS sobre una fotografía aérea de la zona (Escala 1: 20,000) para elaborar el mapa de suelos.

#### **Caracterización de perfiles en calicatas:**

Los perfiles de suelos típicos de las áreas estudiadas se caracterizaron en calicatas de dimensiones convencionales de 1 x 2 x 1.2 m donde se describieron las propiedades siguientes: grosor de horizontes maestro, color (tabla Munsell), textura (método del tacto), estructura, consistencia, poros, raíces, profundidad efectiva, límites y resistencia a la penetración (penetrómetro de bolsillo).

## **ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS**

Los análisis químicos fueron hechos en el laboratorio de suelos de la EAP. Se determinaron las propiedades siguientes: materia orgánica con el método de Walkley y Black, nitrógeno total calculado de la materia orgánica, pH en agua, calcio, magnesio, potasio y fósforo extraídos con la Solución Extractora Universal Melich 3, el P fue determinado por colorimetría y el resto de los elementos 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 Gauggel (2003). Originalmente descritos por Doran, Parkin (1995).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **MORFOLOGÍA Y PROPIEDADES FÍSICAS**

#### **Profundidad efectiva del suelo**

La profundidad efectiva del suelo de las zonas estudiadas es severamente limitada por un horizonte Ad (pie de arado) que generalmente ocurre a una profundidad entre 10 Y 20 cm. (Cuadro 1). Este horizonte puede ser modificado con subsoleo como se explica en la sección de recomendaciones. Sin embargo, la profundidad efectiva del suelo se ve irreversiblemente limitada por fragmentos gruesos y roca a una profundidad de 40 a 90 cm en las áreas de San Nicolás, Diego Rafael y El Espinal (figuras 1,2 Y 3).

Los suelos del área de Zavala no presentan ninguna limitación física; los suelos tienen una profundidad efectiva de 90 a 120 cm. Por lo contrario, en el área de Colindres, la profundidad de los suelos es limitada por arcillas masivas o por estructuras prismáticas de tamaño muy grueso las cuales generalmente ocurren a 40 cm (Cuadro 1).

#### **Color, textura y estructura**

Los suelos del área de San Nicolás presentan colores 10YR 3/3 indicando contenidos medios de materia orgánica. Los colores predominantes del sub suelo son 10YR 4/3 Y 2.5YR 3/1 indicando condiciones frecuentes alternas de oxido reducción típicas de suelos con drenaje interno pobre. Las texturas predominantes en los horizontes superiores son franco arenosas. Sin embargo los horizontes del subsuelo presentan texturas desde arcillosas a arenosas con fragmentos gruesos. Ocurren horizontes Ad a una profundidad de 10a 20 cm., éstos son compactos y con poros no conectados, dificultando el desarrollo normal de las raíces. Los horizontes Ad (pie de arado), limitan la disponibilidad de agua en verano y promueven la saturación del horizonte A en la época lluviosa, resultando en encharcamiento (Cuadro 1). El efecto de esta condición se refleja en las pocas raíces de los horizontes A de los suelos estudiados.

Las áreas de Diego Rafael y El Espinal tienen propiedades morfológicas similares a las de San Nicolás. En estos suelos también ocurre un horizonte Ad restrictivo para el desarrollo radical y por ende limitante para los rendimientos de los cultivos de interés. El horizonte Ad es una consecuencia del laboreo frecuente del suelo a la misma profundidad y a humedades altas. Grava y fragmentos gruesos ocurren frecuentemente a 40 cm de profundidad, limitando aún más el desarrollo radical con el agravamiento que esta característica no puede ser enmendada por el subsoleo.

En el área de Zavala, los suelos son relativamente profundos, francos, de estructura granular en los horizontes superiores y blocosa gruesa en los horizontes inferiores, permitiendo un desarrollo radical adecuado que se refleja en un desarrollo normal de los cultivos.

En el área de Colindres, los suelos poseen colores en su mayoría grises en los horizontes Bg debido a su textura arcillosa y estructura de tamaño muy grueso 10 cual genera condiciones de drenaje interno pobres. Sin embargo estos suelos tienen texturas francas y franco arenosas en los horizontes superiores, pero arcillas en el sub suelo a una profundidad de 40 cm. restringiendo severamente el desarrollo radical en estos horizontes (Cuadro 1).

## **PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO**

### **Reacción del suelo (pH)**

En general la reacción del suelo es de fuertemente ácida a neutra, con un valor mínimo de 5.26 en San Nicolás (lote de Caoba) y un máximo de 6.46 en El Espinal (Cuadro 2).

### **Materia Orgánica**

Los contenidos de materia orgánica más altos ocurren en Diego Rafael, con un promedio de 4.06%. Este valor se considera adecuado bajo las condiciones climatológicas actuales. Los suelos de El Espinal, Zavala y San Nicolás tienen contenido de materia orgánica mas bajos pero no menor de 1.70% (Cuadro 2).

### **Macro nutrientes**

En general, las concentraciones de N en el suelo son bajas requiriéndose su aplicación para el rendimiento adecuado del cultivo. Con respecto al fósforo (P), los suelos de la Terraza 7 de San Nicolás y Zavala 1 tienen valores altos. El pH de estos suelos es de 5.26 y 5.79, siendo posible que se presenten problemas de biodisponibilidad de nutrientes por poseer valores de pH fuertemente ácidos. El resto de las zonas presentan valores bajos de P, con rangos de 6 a 16 mg/kg, (Cuadro 2). La mayoría de los suelos analizados tienen concentraciones de potasio de medias a altas. Sin embargo, los altos contenidos de arcilla y el pie de arado limitan la disponibilidad de este nutriente.

Todos los suelos estudiados muestran bajas concentraciones de Mg 10 que resulta en valores bajos de la relación Mg/K. En cuanto a la relación Ca/Mg todos los suelos mostraron valores óptimos.

## **DISTRIBUCIÓN DE SUELOS**

Los suelos de las zonas estudiadas son muy variables (figuras 1, 2 y 3 ) resultando en cambios significativos y contrastantes en las propiedades morfológicas, físicas y químicas del suelo. Esto se refleja en condiciones heterogéneas de desarrollo y rendimiento de los cultivos usualmente observados en el campo.

Uno de los objetivos de un programa de manejo de suelos es tratar de homogenizar químicamente los suelos hasta donde sea posible para obtener cultivos de crecimiento y rendimiento homogéneo.

### **ÍNDICES DE CALIDAD DE SUELOS ACTUAL Y POTENCIAL**

En su estado actual, los suelos de las áreas estudiadas poseen un Índice de Calidad de Suelo bajo. Esto es consecuencia de varios factores: profundidad efectiva muy limitada, extremos texturales (arenas y arcilla) en el mismo perfil, fragmentos gruesos a poca profundidad y la ocurrencia de un horizonte Ad fuertemente desarrollado (pie de arado).

Con las enmiendas físicas propuestas en la sección de recomendaciones, el Índice de Calidad de Suelo puede ser mejorado, al menos por un periodo de tiempo considerable. El efecto adverso de los extremos texturales y la poca profundidad de ocurrencia de la roca y la grava seguirá afectando permanentemente a los cultivos que se traten de establecer en estas áreas y evitando que se alcance un Índice de Calidad óptimo.

### **VALLES DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA EN HONDURAS**

#### **Propiedades morfológicas y físicas**

En general las propiedades morfológicas, físicas y químicas de los suelos de las áreas agrícolas del país caracterizadas en este trabajo son similares a las que ocurren en los suelos de la EAP excepto por el Valle de Sula (Cuadro 3). En los valles interiores (intramentanos) del país se presenta alta variación textural con tendencias a los extremos texturales (altos contenidos de arena o arcilla), poca profundidad efectiva limitada por grava, roca, arcilla masiva, drenaje interno pobre y en zonas con agricultura mecanizada, pies de arado fuertemente desarrollados.

Por el contrario, los suelos del Valle de Sula son profundos y relativamente homogéneos. En esta zona se presentan extremos texturales, pero con menos frecuencia que en los valles del interior del país. Las partes bajas del Valle de Sula presentan condiciones pobres de drenaje interno y externo por su baja elevación con respecto al nivel del mar y por ocurrencia frecuente de suelos arcillosos en todo el perfil.

#### **Propiedades químicas**

Los niveles de fertilidad de los suelos de las zonas caracterizadas en el interior del país son similares a los de la EAP; presentan concentraciones bajas de N, P, K, y Mg. Muchas de las áreas estudiadas presentan reacción del suelo (pH) fuertemente ácido; estas deben ser enmendadas con la aplicación de cal dolomítica o agrícola, según el caso. Los suelos del Valle de Sula, en general, poseen un nivel de fertilidad natural alto y concentraciones de Ca moderadamente altas. Estos suelos son deficientes en fósforo, potasio, magnesio, zinc y boro por reacciones del suelo neutras a moderadamente alcalinas lo cual resulta en disponibilidad baja de estos nutrientes. Estos niveles bajos y el drenaje pobre en algunas

1. Sumario de propiedades morfológicas y físicas de las áreas estudiadas en la EAP, Valle del Río Yeguaré, El Zamorano, Honduras.

Unidad de Mapeo	Texturas			Estructura		Profundidad Efectiva (cm)	Limitante física	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
	0 - 60	60 - 90	60 - 90	0 - 60	60 - 90			
$\frac{M(F+)}{F+}$	F, Ar	Ar		bsa g f, m	m	20	Pie de arado (20 cm), sobre horizonte masivos.	3.5
$\frac{M(F+)}{(F+)Gg}$	F, Ar	Ar, p		bsa tt f	m	28	Pie de arado (25 cm), sobre horizonte arcilloso pesado y masificados, sobre fragmentos rocoso.	4.0
$\frac{M(F-)}{(Gg)}$	F, F Ar	Piedra		bsa tt f	m	55	Pie de arado (30 cm.)	3.9
$\frac{M}{Gg}$	F	Piedra		bsa tt f	m	40	Pie de arado (40 cm), sobre fragmentos rocoso	4.0
$\frac{F-(Gg)}{Gg}$	F Ar, P	Piedra		bsa tt f, m	m	50	Pie de arado (23 cm), sobre fragmentos rocoso ocasionales en los horizontes superiores.	2.8
$\frac{M}{M}$	F, F A	F A		Bsa tt mf	ba tt mf	90	Ninguna	2.2
$\frac{M}{F+}$	F, F A	Ar		Bsa tt mf, p m f	m	77	Suelos con poco estructura, masificados (30 cm) e imperfectamente drenados	2.1
$\frac{F-M}{F+}$	F Ar, F L	Ar		bsa tt f	p tt d	58	Estructuras débil a masivas, con drenaje interno pobre y causan anegamiento.	1.5

Cuadro 1. Continuación.

Lugar	Unidad de Mapeo		Texturas		Estructura		Profundidad Efectiva (cm)	Limitante física	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
	0 - 60	60 - 90	0 - 60	60 - 90	0 - 60	60 - 90			
	F-		F Ar	L	bsa tt f, p tt d	P g f	62	Estructuras débil a masivas, con drenaje interno pobre y causan anegamiento.	2.5
	F-								
Colindres	F-		F Ar L	Ar	bsa tt mf	p.mg f	45		1.8
	F+								
	F-/F+		F Ar, Ar	Ar	p mg d	p g d, m	44		2.7
	F+								
	G		Ar F, A	F A	ba tt d, m	bsa m d, m	38	Alta lixiviación de nutrientes que conlleva a poca retención de agua.	1.2
	M								

**Unidad de mapeo:**

1. Letras, M, texturas francas; F-, texturas con arcillas livianas; F+, texturas con arcillas pesadas; Gg, fragmentos grueso.
2. Símbolos: -, divide el perfil de 0 a 60 cm. y de 60 a 90 cm.; (), horizontes de pocos grosor; /, divide horizontes de igual tamaño.

**Texturas:** F, franco; Ar, arcilla, A, arena; L, limo.

**Estructura:**

1. Tipo: g, granular; ba, bloques angulares; bsa, bloques subangulares; p, prisma; m, masivo.
2. Grado: d, debil; f, fuerte; mf, muy fuerte.
3. Clase: tt, todo tamaño; m, mediano; g, grueso; mg, muy gruesos.

Cuadro 2. Propiedades químicas predominantes en los suelos de las áreas caracterizadas en el Valle del Río Yeguaré, El Zamorano, Honduras.

Unidad de mapeo	Área Caracterizadas	pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O.	% N <sub>total</sub>	mg/kg (Extractable)				Ca/Mg	Mg/K
					P	K	Ca	Mg		
1	Terraza 7	5.58	3.32	0.17	29	230	1190	140	5.1	2.0
2	C2 A	5.56	2.17	0.11	33	490	1300	140	5.6	0.9
	C2 B	5.24	2.36	0.12	49	430	1230	120	6.2	0.9
	C3 A	5.40	2.41	0.12	30	414	1400	170	4.9	1.3
	C4 B	5.26	2.46	0.12	39	570	1220	130	5.6	0.7
3	C1 A Caoba	5.33	2.09	0.10	26	382	1530	180	5.1	1.5
	C1 B Caoba	5.64	2.09	0.10	42	460	1490	180	5.0	1.3
	C3 B	5.32	2.14	0.11	45	428	1270	160	4.8	1.2
	C4 A	5.26	2.28	0.11	37	388	1290	140	5.5	1.2
5	Diego Rafael 1	5.43	4.28	0.21	5	196	1330	200	4.0	3.3
	Diego Rafael 2	5.6	4.85	0.24	12	290	1490	180	5.0	2.0
	Diego Rafael 3	6.36	3.06	0.15	16	454	1690	180	5.6	1.3
4	El Espinal 1	6.32	2.89	0.14	8	484	1600	220	4.4	1.5
	El Espinal 2	6.27	1.71	0.09	7	208	1550	170	5.5	2.7
3	El Espinal 3	6.46	2.69	0.13	25	240	1730	220	4.7	3.0
	El Espinal 4	6.44	2.81	0.14	6	308	1450	140	6.2	1.5
6	Zavala 1	5.79	2.99	0.15	30	336	890	90	5.9	0.9
	Zavala 2	5.93	2.28	0.11	13	308	1260	130	5.8	1.4

Unidad de mapeo

1=  $\frac{M(F+)}{F+}$       2=  $\frac{M}{Gg}$       3=  $\frac{F-}{Gg}$       4=  $\frac{F+}{Gg}$       5=  $\frac{F-}{F+}$       6=  $\frac{F+}{F+}$       7=  $\frac{M}{M}$

Cuadro 3. Propiedades morfológicas y físicas predominantes en los suelos de las áreas caracterizadas similares de Honduras.

Áreas caracterizadas	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Talanga, Depto de Francisco Morazán	Variable, con un promedio de 40 cm	Variables, 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 maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y el pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando un buen drenaje.
Lepaguare, Depto de La Paz	Variable, con un promedio de 50 cm	Variables, con extremos texturales (arena, arcilla) frecuentemente estratificados	Granular en la capa arable, blocosa y prismática gruesa en el subsuelo	Moderados a pobre	Moderadamente bueno	De bajo a moderado, se pueden sembrar maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y el pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando un buen drenaje.
Guaimaca, 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	Bajo, se pueden sembrar maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y el pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando 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 maíz, sorgo, frijol y caña de azúcar con el uso del subsolador para romper el pie de arado existente en la capa arable.

Cuadro 3. Continuación.

Área caracterizadas	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Bajos de Choloma, Depto de Cortes	Variable	Arcillosas	Blocosa y prismática de mediana a gruesa	Pobre	Pobre	Bajo, se pueden sembrar maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y el pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando un buen drenaje.
La Lima Valle de Sula, Depto de Cortes	Variable 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 puede sembrar maíz, sorgo y caña de azúcar siempre y cuando aseguren 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	excesivo a pobre	Generalmente bueno	De bajo a alto. Se puede sembrar maíz, sorgo, frijol y caña de azúcar, siempre y cuando la variabilidad de profundidades del suelo y el buen drenaje.
Río Amarillo 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 maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y el pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando un buen drenaje
Sesecapa, Depto de Ocotepeque	Poco profundos, entre 20-30 cm	Franca 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 maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego). Se puede sembrar frijol, asegurando un buen drenaje

Cuadro 3. Continuación.

Área caracterizadas	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
Sinuapa, Depto de Ocotepaque	Suelos profundos y medianamente profundos	Franco y franco arcillosos	Granular en la capa arable y blocosa en el subsuelo	Bueno	Bueno	Alto, se puede sembrar maíz, sorgo, frijol y caña de azúcar siempre y cuando aseguren un buen drenaje.
Jamastrán San Matías Valle de Cuscateca Depto de El Paráiso	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	Moderado a pobre	De bajo a moderado, se pueden sembrar maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando 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 moderado, se pueden sembrar maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y el pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando un buen drenaje.
La Esperanza, Depto de Intibuca	Generalmente poco profundo, entre 10-50 cm	Variables, en su mayoría francos arcillosos	Granular en la capa arable y bloques angulares y subangulares en el subsuelo	Moderado a pobre	Pobre	De bajo a moderado, se pueden sembrar maíz, sorgo y caña de azúcar, siempre y cuando los suelos arcillosos sean manejados (riego y el pase de maquinaria). Se puede sembrar frijol, asegurando un buen drenaje.

Cuadro 3. Continuación.

Área Geográfica	Profundidad efectiva	Texturas predominantes	Estructura	Drenaje interno	Drenaje externo	Potencial productivo
La Villa Comayagua Playitas, Depto de Comayagua	Variable, en un rango entre 10 a >100	Variables: francos, arcillosos y arenosos frecuentemente estratificados	Granular a masivo con subsuelos blocosos y prismas gruesos	Variable desde excesivam ente drenados a pobrement e drenados	Variables	Adecuado para cultivo de maíz, sorgo y caña de azúcar. Se puede sembrar frijol asegurando el drenaje.
Progreso, (Depto de Yoro)	Variable, con promedios de 50 cm	Variable con frecuencia arcillosos	Horizontes superiores granular con subsuelos en bloques gruesos	Moderado a pobre	Moderados a bien drenados	Adecuado para cultivo de maíz, sorgo y caña de azúcar. Se puede sembrar frijol asegurando el drenaje.





Figura 1. Mapa detallado de los suelos de las zonas de San Nicolás, Diego Rafael y El Espinal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.  
 λ Leyenda: Descripciones morfológicas de las unidades de mapeo se presentan en el Cuadro 1.

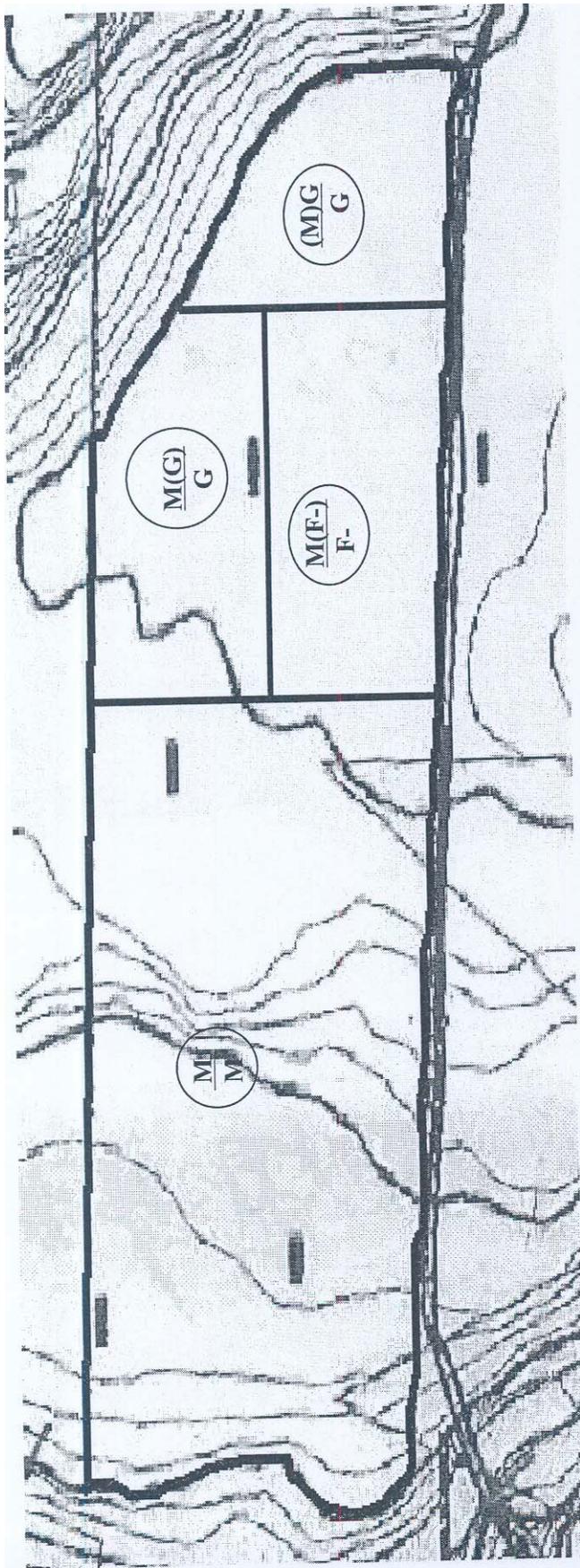


Figura 2. Mapa detallada de los suelos de la zona de Zavala, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.  
x Leyenda: Descripciones morfológicas de las unidades de mapeo se presentan en el Cuadro 1.

## CONCLUSIONES

1. Las caracterizaciones de suelos realizadas en este estudio permitieron elaborar programas de fertilización con diferentes niveles de N, P, K Y Mg para los cultivos propuestos (ver sección de recomendaciones). La similaridad en propiedades edáficas de los suelos estudiados en la EAP y en otras zonas del país permite extrapolar, de manera general, estas recomendaciones a esas áreas.
2. Los Nutrientes limitantes para los cultivos de maíz, sorgo, frijol y caña de azúcar son N, P, K Y Mg agravados por niveles variables y subóptimos de la reacción del suelo (PR).
3. Las limitaciones físicas y morfológicas comúnmente encontradas, son profundidad efectiva restringida, pérdidas de estructura, porosidad y resistencia a la penetración de raíces en los suelos de la EAP; estas son similares a las de las áreas agrícolas estudiadas en otras partes del país. Por lo que requieren de programas de rehabilitación y conservación urgentes y efectivas.
4. Un programa integral de manejo de los suelos estudiados debe comprender acondicionamiento físico y químico; una vez hechos ambos, se deben implementar medidas de conservación y sostenibilidad del recurso suelo las cuales se detallan en la sección de recomendaciones.

## RECOMENDACIONES

Las condiciones morfológicas, físicas y químicas actuales de los suelos de la EAP y en general de los valles de importancia agrícola en Honduras caracterizadas en este estudio, requieren de las enmiendas indicadas a continuación para el desarrollo normal de los cultivos extensivos de interés.

### Acondicionamiento físico:

1. Eliminación del pie de arado: subsoleo con topo a una profundidad entre 70 y 80 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por subsoleo convencional (provisto con aletas) a una profundidad de 50 - 60 cm. en las unidades de mapeo M(F+), F+, E, M, M, F-, M(F-) Y M(F+)'

F+ F+ F+ F+ F- F- F- F

2. Subsoleo convencional, con doble pase a una profundidad efectiva entre 50 - 60 cm. con un ángulo de intercepción entre pases de 45°, el subsolador debe ser provisto de aletas de 10 cm. de largo, en las unidades de mapeo M, M Y M

M G MG

3. Áreas propensas a encharcamiento o niveles freáticos altos deben ser rehabilitadas con la construcción de estructuras de drenaje adecuadas de profundidad y espaciamiento variable de acuerdo con las condiciones específicas del sitio (caso del Valle de Sula).

4. Aplicación de 10 T/ha de materia orgánica (excepto aserrín y cascarilla de arroz) en los suelos arenosos incorporando a 20 cm. de profundidad o rotaciones de cultivo con pastos.

a. El programa de rehabilitación de suelos para las áreas estudiadas en la EAP se indican en el Cuadro 5 de acuerdo con las unidades de mapeo.

b. Las dosis de fertilizantes con cal dolomítica recomendadas se indican en el Cuadro 6 de acuerdo con las unidades de mapeo donde se necesita neutralizar la reacción del suelo (PH) a 6 para establecer los cultivos de interés. Se deberá hacer un análisis foliar por cada ciclo de cultivo en cada unidad de mapeo para refinar las recomendaciones de fertilizantes recomendada

c. Un programa integral de manejo de suelos para cultivos extensivos en las zonas estudiantiles debe considerar los siguientes componentes:

1. **Rehabilitación:** regenerar la estructura del suelo y aumentar su profundidad efectiva por medio de labores precisas de laboreo (subsuelo, rastra, arado, etc) de acuerdo a las restricciones que presente el suelo en los sitios específicos que se indican en el Cuadro 3.

Aplicaciones de materia orgánica a diferentes dosis para reactivar la actividad biológica del suelo. Estas dosis dependerán de los contenidos de materia orgánica del suelo. También se debe considerar la construcción de estructuras de drenajes superficiales y sub superficiales a las profundidades y espaciamientos que requieran las

2. **Enmiendas químicas:** proponer programas de fertilización y modificación de la reacción del suelo (PH) de acuerdo a las concentraciones de nutrimentos y a los valores de pH indicadas en el Cuadro 2, las cuales deberán ser rediseñadas con análisis de suelos y foliares.

3. **Conservación:** una vez el suelo se ha rehabilitado morfológica y químicamente se deben tomar las medidas que prevengan su posible degradación, considerando los siguientes elementos:

3.1 Estructuras de conservación (terrazas de base ancha) si la tasa de erosión del suelo es alta y presenta un riesgo para la producción.

3.2 Mantener la reacción del suelo a niveles óptimos con la aplicación de dosis de mantenimiento de cal agrícola o dolomítica.

3.3 Conservación y aumento de la calidad biológica con la aplicación de dosis de mantenimiento de materia orgánica.

3.4 Labranza mínima o no labranza. Esto dependerá de los requerimientos del suelo rehabilitado de acuerdo a monitores periódicos (anuales) de sus propiedades físicas y morfológicas y a los rendimientos registrados en los cultivos.

. Programa de rehabilitación de suelos de las áreas de estudio de la ZAR EL ZAMBORINO, TUNGURAHUA.

Estudios	Unidad de mapeo	Limitante física	Índice de Calidad actual	Práctica de rehabilitación y manejo de suelos	Índice de calidad potencial
	$\frac{M(F+)}{F+}$	Pie de arado (20 cm), sobre horizonte masivos y drenaje interno pobre	20	Subsuelo de topo a los 45 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	30
	$\frac{M(F+)}{(F+)Gg}$	Pie de arado (25 cm), sobre horizonte arcilloso pesado y masificados, sobre fragmentos rocoso y drenaje interno pobre	20	Subsuelo de topo a los 50 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	30
colás	$\frac{M(F-)}{(Gg)}$	Pie de arado (30 cm)	17	Subsuelo de topo a los 60 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	32
	$\frac{M}{Gg}$	Pie de arado (40 cm), sobre fragmentos rocoso	19	Subsuelo convencional (provisto con aletas) a los 40 cm., pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	29
Rafael	$\frac{F-(Gg)}{Gg}$	Pie de Arado (23 cm), sobre fragmentos rocoso ocasionales en los horizontes superiores	18	Subsuelo de topo a los 45 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	29

D. Continuación

estudio	Unidad de mapeo	Limitante física	Índice de Calidad actual	Practica de rehabilitación y manejo de suelos	Índice de calidad potencial
ala	M M	Ninguna	17	Labranza mínima	27
	M F+	Suelos con poco estructura, masificados (30 cm) y drenaje interno muy pobre	6.05 λ	Subsuelo de topo a los 30 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	9.3 λ
	F-M F+	Estructuras débil a masivas, con drenaje interno pobre	8.15 λ	Subsuelo de topo a los 70 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	10.7 λ
ndres	F- F+	Estructuras débil a masivas, con drenaje interno pobre	6.05 λ	Subsuelo de topo a los 50 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	9.3 λ
	F- F-	Estructuras débil a masivas, con drenaje interno pobre	6.05 λ	Subsuelo de topo a los 60 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en ángulo de 45° por el subsuelo convencional (provisto con aletas). con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	9.3 λ

Continuación.

Estudio	Unidad de Mapeo	Limitante física	Índice de Calidad actual	Practica de rehabilitación y manejo de suelos	Índice de calidad potencial
	F-/F+ F+	Estructuras débil a masivas, con drenaje interno muy pobre.	3.8 λ	Subsoleo de topo a los 45 cm. paralelo a la pendiente y cruzado en angulo de 45° por el subsoleo convencional (provisto con aletas) con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm). Labranza mínima e incorporación de M.O.	9.3 λ
	G M	Poca retención de nutrimentos y agua.	6.85 λ	Subsoleo convencional 50-60 cm., con pase de rastra pesada, liviana (si los bloques >10 cm) y aplicaciones Anules de materia orgánica.	10.7 λ

**de mapeo:**

texturas, M, texturas francas; F-, texturas con arcillas livianas; F+, texturas con arcillas pesadas; Gg, fragmentos grueso.  
 Símbolos: -, divide el perfil de 0 a 60 cm. y de 60 a 90 cm.; 0, horizontes de pocos grosor; /, divide horizontes de igual tamaño.  
 λ se calculo para las propiedades físicas.

Cuadro 6. Programa de Fertilización de la EAP, Zamorano, Honduras.

Localización	Unidades de mapeo	Cultivo	kg/ha			Cal dolomítica T/ha	
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
San Nicolás	<u>M(F+)</u>	Maiz	240	75	70	1.6	
		Sorgo	225	80	80		
		Frijol	70	40	60		
	<u>M</u>	Maiz	240	75	80	1	
		Sorgo	225	80	90		
		Frijol	70	40	70		
	Diego Rafael	<u>F-</u>	Maiz	240	110	110	N.R.
			Sorgo	225	80	90	
			Frijol	70	55	90	
<u>Gg</u>		Maiz	200	155	105	1.2	
		Sorgo	200	130	100		
		Frijol	55	75	60		
El Espinal	<u>F-</u>	Maiz	240	75	50	N.R.	
		Sorgo	225	80	60		
		Frijol	70	40	40		
	<u>F+</u>	Maiz	240	110	105	N.R.	
		Sorgo	225	90	100		
		Frijol	70	75	80		
	<u>Gg</u>	Maiz	250	150	105	N.R.	
		Sorgo	235	125	100		
		Frijol	70	70	60		
<u>F-</u>	Maiz	240	160	50	N.R.		
	Sorgo	225	135	60			
	Frijol	70	75	55			

Cuadro 6. Continuación

Localización	Unidades de mapeo	Cultivo	kg/ha			Cal dolomítica
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	T/ha
El Espinal	<u>F+</u>	Maíz	240	160	80	N.R.
		Sorgo	225	135	85	
		Frijol	70	75	65	
Zavala	<u>M</u>	Maiz	240	160	50	0.16
		Sorgo	225	130	60	
		Frijol	70	75	40	
Colindres		Caña de Azúcar	230	52	55	N.D.

**N.R.**= No requiere.

**N.D.**= No disponible.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BARAHONA, R. 2000. Caracterización detallada de los suelos de San Nicolás y prácticas recomendadas para su uso sostenible. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 51 Pág.

DORAN, J; PARKIN, T. 1994. Defining and Assessing Soil Quality. Madison, Estados Unidos. 21 Pág..

FRAGERIA, N., BALIGAR, V., JONES, C. 1991. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc. Nueva York, Estados Unidos. 320 Pág.

GAUGGEL, C. 2003. Índices de calidad de suelos para las propiedades morfológicas, físicas y químicas. Zamorano, Honduras. (Inédito). 7 Pág.

RUIZ, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia, 1 ed. 441 Pág.