

**Calidad de los suelos de los Llanos de Ocotal y  
Finca Agroecológica y actualización de los  
índices de calidad de los suelos de “La L”,  
Portón y Caoba. Zamorano, Honduras**

**Marcell Andrés Cruz Ibarra  
Cristian Manuel Pineda López**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Calidad de los suelos de los Llanos de Ocotal y Finca Agroecológica y actualización de los índices de calidad de los suelos de “La L”, Portón y Caoba. Zamorano, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al  
título de Ingenieros Agrónomos en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Marcell Andrés Cruz Ibarra  
Cristian Manuel Pineda López**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2016

## **Calidad de los suelos de los Llanos de Ocotol y Finca Agroecológica y actualización de los índices de calidad de los suelos de “La L”, Portón y Caoba. Zamorano, Honduras**

**Marcell Andrés Cruz Ibarra  
Cristian Manuel Pineda López**

**Resumen.** Se levantó la información de suelos de áreas no investigadas en años anteriores e información para actualizar áreas de vocación agrícola de Zamorano. El trabajo se realizó en 414.86 ha las cuales son conocidas como: El Llano de Ocotol (334.83 ha), Santa Inés (finca Agroecológica) (40.03 ha), San Nicolás (El Portón y Caoba) (24.8 ha) y “La L” (15.2 ha). Se analizaron 31 perfiles de suelos. Los datos de estos perfiles se introdujeron a la base digital de datos. Se identificaron y se caracterizaron y para diferenciarlos se calcularon los Índices de Calidad actual y potencial (ICA e ICP). También se clasificaron por clases de aptitud de suelo. Determinar la necesidad de adecuación se basó en las características del suelo. Son suelos superficiales, limitados por fragmentos de rocas a 30-50 cm de profundidad, de texturas medias que con humedad y descompactación pueden soportar vegetación que se adapte a esta condición. Son clase V por aptitud los menos profundos y IV los demás. En los terrenos actualizados se presenta un incremento en sus índices de calidad después de las enmiendas realizadas (subsoleo y encalado) y pasan a otra categoría superior en la clasificación por clase de aptitud.

**Palabras claves:** Adecuación, clase de aptitud, enmiendas, índices de calidad.

**Abstract.** Soil information was gathered from unstudied flat areas in Zamorano and updated in areas of recent adaptation. The soil study was conducted in 374.86ha correspondent both to El Llano de Ocotol (334.8 ha) and to Santa Ines (agroecological farm) (40 ha) the study was updated in 40 ha correspondent to San Nicolas (Porton y Caoba) (24.8 ha) and to “La L” (15.2 ha). On El Llano de Ocotol and Santa Ines farms, 31 soil profiles were analyzed. Data from these profiles were introduced into the data base. Soils were classified by their properties to obtain two quality indexes: current and potential (CQI and PQI). Also, data was arranged by soil suitability classes. The determination of necessities of adaptation was based on the soil characteristics. In El Llano de Ocotol there are shallow soils, limited by rock fragments less than 30-50cm deep and a medium texture, classifies as V for suitability. In Santa Ines (agroecological farm) there are soils with physical restrains which can be improved by passing deep mechanization and therefor reach a suitability class of IV. In both updated terrains there was an increase in their quality indexes after the amendments were done (subsoiling and liming), also, both suitability classes are moved from categories. With all these information a technical sheet was unified for each terrain, this sheet contains the most relevant facts and soil characteristics.

**Key words:** Adaptation, amendments, quality indexes, suitability class.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Análisis químico de los diferentes suelos de El Llano de Ocotal y Santa Inés, Zamorano Honduras .....	6
2. Índices de calidad de los suelos .....	6
3. Clasificación de las características del suelo según su calidad.....	7
4. Parámetros para la estimación de la conductividad hidráulica del suelo .....	8
5. Rangos de textura para determinar la densidad aparente del suelo .....	8
6. Parámetros para clasificar el suelo según su aptitud.....	9
7. Enmiendas de adecuación del suelo y sus caracteísticas físicas y químicas evaluadas .....	10
8. Índices de calidad actual (ICA) y potencial (ICP) de los terrenos de El Llano de Ocotal y Santa Inés, Zamorano, Honduras .....	12
9. Áreas con índices de calidad actualizados en los terrenos de San Nicolás (Portón y Caoba) y La "L", Rodeo, Zamorano, Honduras .....	12
10. Leyendas de los índices de calidad de los suelos de Zamorano, Honduras.....	13
11. Clases de aptitud actual (CAA) y potencial (CAP) evaluados en los terrenos de El Llano de Ocotal y Santa Inés, Zamorano, Honduras .....	15
12. Áreas con clases de aptitud actualizados en los terrenos de San Nicolás (Portón y Caoba) y La "L", Rodeo, Zamorano, Honduras .....	15
Figuras	Página
1. Área delimitada de El Llano, Ocotal, Zamorano, Honduras.....	3
2. Área delimitada de Santa Inés, Zamorano, Honduras .....	3
3. Área delimitada de Portón, Caoba y Rodeo, “La L” Zamorano, Honduras.....	4
4. Calicatas descritas en Santa Inés, Finca Agroecológica (izquierda) y calicata descrita en El Llano de Ocotal (derecha) .....	5
5. Índices de calidad actual (12/33.2) (izquierda) y potencial (18/33.2) (derecha) de El Llano Ocotal, Zamorano, Honduras .....	13
6. Índices de calidad actual (14/33.2) (izquierda) y potencial (20/33.2) (derecha) de Santa Inés (Finca Agroecológica), Zamorano, Honduras .....	13
7. Índices de calidad actual (15/33.2) (izquierda) obtenido antes de enmiendas (subsulado y encalado) y actual (19/33.2) (derecha) obtenido después de enmiendas de El Pivote, El Portón, Zamorano, Honduras .....	14
8. Índices de calidad actual (15/33.2) (izquierda) obtenido antes de enmiendas (subsulado y encalado) y actual (19/33.2) (derecha) obtenido después de	

enmiendas de El Pivote, Caoba, Zamorano, Honduras.....	14
9. Índices de calidad actual (17/33.2) (izquierda) obtenido antes de enmiendas (subsulado y encalado) y actual (21/33.2) (derecha) obtenido después de enmiendas de La "L", El Rodeo, Zamorano, Honduras.....	15
10. Ficha técnica de los lotes Portón y Caoba, Zamorano, Honduras.....	17
11. Ficha técnica del lote la "L", Zamorano, Honduras.....	18
12. Ficha técnica de El Llano de Ocotal, Zamorano, Honduras.....	19
13. Ficha técnica de Finca Agroecológica, Zamorano, Honduras.....	20

# 1. INTRODUCCIÓN

Los suelos son unidades multifuncionales que resultan de la acción combinada de distintos factores formadores y estos definen el tipo e intensidad de los procesos edafológicos. Los suelos constituyen a una cubierta delgada en la superficie terrestre, al igual que una interfase que permite intercambios entre la litosfera, la biosfera y la atmósfera. Los suelos dan paso al anclaje de las plantas. Gracias a la radiación solar y al anclaje permitido por los suelos las plantas pueden obtener agua, oxígeno y nutrientes. Y así por medio de la fotosíntesis producir alimentos, forrajes, masas forestales, fibras y energías renovables (Porta Casanella *et al.* 2014).

Realizar estudios de suelos es la principal herramienta para poder inferir en una adecuada toma de decisiones, los cuales están basados en hacer análisis de las características morfológicas, propiedades físicas y químicas, las cuales nos determinan el manejo ideal que se le debe dar a cada uno de los suelos. Con la recopilación de estos datos se puede organizar los suelos según su aptitud e índices de calidad y así agruparlos en distintas clases (Velásquez Méndez 2007).

El manejo de los suelos depende de la calidad de la información que se haya obtenido en los estudios de campo. El plan de manejo debe maximizar la capacidad de uso del suelo mediante la fertilización, enmiendas, uso de maquinaria agrícola dependiendo de sus necesidades. Estas actividades deben reflejarse en el incremento de la productividad de manera sostenible y que perdure en el tiempo (Arévalo y Castellano 2011).

La calidad del suelo es muy difícil de definir por el gran número de parámetros que la determinan. Puede ser definida como la utilidad de un suelo para una función específica en una escala amplia de tiempo. La calidad del suelo está relacionada también con la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o gestionado, sostener la producción de plantas y animales, mantener o aumentar la calidad ambiental, y promover la productividad, la salud de las plantas y los animales y bienestar de los seres humanos sin deteriorarse (Porta Casanella *et al.* 2014).

La ineficiente utilización del recurso suelo permite que no se haga una adecuada explotación de su capacidad productiva. Las prácticas sostenibles agronómicas con frecuencia aumentan la calidad de los suelos en el contenido y disponibilidad de los nutrientes y en su resistencia a la degradación (FAO 2016). Hoy en día los avances tecnológicos nos permiten tener la facilidad de estudio de áreas, por medio de la tecnología como los GPS (Global Positioning System) y el uso adecuado de los Software se han logrado hacer estudios en las áreas de Zamorano con el fin de analizar toda la información y hacer la adecuada clasificación de los suelos por medio de sus índices de calidad actual y potencial (Velásquez Méndez 2007).

Los objetivos del estudio fueron: determinar la calidad y las clases por aptitud actual y potencial de los suelos de Llanos de Ocotál y Santa Inés (finca agroecológica), proponer las prácticas de manejo necesarias para realizar las enmiendas que determinen el uso sostenible y mejore la capacidad productiva de los suelos de el llano de Ocotál y Santa Inés, actualizar el índice de calidad y clases de aptitud de los suelos del lote “la L” de la finca el rodeo y de los lotes portón y caoba de la finca San Nicolás y consolidar la información de suelos existentes en cada uno de los lotes en fichas unificadas para facilitar el manejo de la información.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del estudio.** El estudio se realizó en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana ubicada a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, a 800 msnm con temperaturas promedio de 24 C y una precipitación anual de 1100 mm. El estudio se realizó en 414.86 ha divididas de la siguiente manera El Llano de Ocotal (334.83 ha), Santa Inés (finca agroecológica) (40.03 ha), San Nicolás (portón y caoba) (24.8 ha) y El Rodeo (“La L”) (15.2 ha).



Figura 1. Área delimitada de El Llano, Ocotal, Zamorano, Honduras.



Figura 2. Área delimitada de Santa Inés, Zamorano, Honduras.



Figura 3. Área delimitada de Portón, Caoba y Rodeo, “La L” Zamorano, Honduras.

### **Recopilación de información.**

Al realizar la búsqueda y recopilación de la información, se realizó el análisis de esta por medio de la introducción de los datos a la base AGROZAM (Muzo Jayana y Reyes Espinoza 2016). Con respecto a estos datos se elaboró un estudio que determina el índice de calidad actual y potencial que pueden llegar a tener los suelos. Obteniendo estos datos se actualizó la información de la mayoría de los terrenos de vocación agrícola y se presentó por primera vez los datos de los terrenos del llano de Ocotal y Santa Inés (finca agroecológica), Zamorano. Se elaboraron unas fichas técnicas con la información de las condiciones de suelo que indican la calidad y uso actual y potencial de estos suelos.

**Barrenaciones.** Se procedió con las barrenaciones donde se trabajó con los participantes del curso de Manejo y Conservación de los suelos de la carrera de Ingeniería en Ambiente y Desarrollo IAD. Se utilizó un barreno con el cual se tomaron muestras de suelo para realizar un estudio semidetallado de suelos para la elaboración de un mapa textural.

**Calicatas.** A partir del mapa textural se determinó el lugar de la calicata por cada clase textural. La calicata se abrió con el uso de machete, piocha y pala. Cada calicata con una dimensión de 1.5 m × 1.5 m × 1.0 m. En el perfil del suelo se realizaron las descripciones físicas del suelo, para ello se utilizaron los siguientes materiales: Cinta métrica, Cuchillo, la tabla Munsell, Penetrómetro, GPS y libreta de campo. Se describió el número de horizontes y la profundidad de cada uno y en ellos la estructura, textura, consistencia, resistencia a la penetración, porosidad y raíces: cantidad y distribución, drenaje natural, pedregosidad y los límites (FAO 2009). Se tomaron muestras de suelo en el primer horizonte de los perfiles más representativos, para realizar un análisis químico de su respectivo pH, bases, fósforo, materia orgánica y nitrógeno, y se calculó la capacidad de intercambio catiónico (Arévalo y Gauggel 2014). Las calicatas se realizaron con la ayuda

de los estudiantes de la clase de Manejo y Conservación de suelos de la carrera de IAD de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. (Figura 4).



Figura 4. Calicata descrita en Santa Inés, Finca Agroecológica. (Izquierda) y Calicata descrita en El Llano Ocotal (Derecha)

Fuente: Grupo #1 de trabajo de la clase de Manejo y Conservación de suelos 2016, IAD y los autores.

**Análisis químico.** Las muestras representativas de los suelos se llevaron al laboratorio de suelos de Zamorano LSZ. El tamaño de la muestra fue de 1 Kg. Se etiquetó la muestra con el respectivo nombre, fecha, cultivo y el número de muestras del sitio de donde fue tomada. Se determinó el pH por medio del análisis químico. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis químicos de los diferentes suelos de El Llano de Ocotal y Santa Inés, Zamorano, Honduras.

Lugar	(H <sub>2</sub> O)	g/100 g			mg/Kg (extractable)			
	pH	M.O	N total	P	K	Ca	Mg	
El Llano de Ocotal	5.39	1.21	0.06	2	113	321	123	
El Llano de Ocotal	5.91	1.46	0.07	3	129	238	64	
El Llano de Ocotal	5.93	3.25	0.16	2	131	983	146	
El Llano de Ocotal	5.90	2.75	0.14	3	208	1394	168	
Santa Inés (Finca Agroecológica)	5.47	2.81	0.14	7	238	620	140	
Santa Inés (Finca Agroecológica)	5.98	4.23	0.21	3	219	1028	189	

Fuente: Grupos de trabajo de la clase de Manejo y Conservación de suelos 2016, IAD y los autores.

**Índices de calidad de los suelos.** Se realizó el agrupamiento y colección de la información en la base de datos AGROZAM (Muzo Jayana y Reyes Espinoza 2016) de los terrenos los llanos Ocotal, Santa Inés, El Rodeo y San Nicolás. Con los resultados de las características físicas se determinaron los índices de calidad actual, basados en la metodología de Gauggel et al. (2009). Estos resultados se obtienen a través del índice de calidad actual y proporciona información acerca del estado de calidad de los suelos. Las características evaluadas para obtener el Índice de Calidad Actual y Potencial fueron: profundidad efectiva, textura, estructura, resistencia a la penetración, conductividad hidráulica, cantidad de fragmentos gruesos, densidad aparente, y factor de erodabilidad Barzola et al. (2015). Los índices de calidad actual y potencial tienen rangos que permiten la diferenciación entre ellos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índices de calidad de los suelos. Fuente: Gauggel *et al.* 2003

Índice de calidad de suelo	Calidad de suelo
>36	Alta
30-36	Media
20-30	Baja
<20	Muy baja

Para ambos índices se utilizó una escala del 1 al 10, con la descripción del perfil del suelo se obtuvo un valor ponderado por cada característica y con la suma de estos se obtuvo el índice de calidad. El alto valor del índice da referencia a un suelo con óptimas condiciones. Con el fin de determinar el mejor uso del suelo se clasificaron por clase de los tipos de suelo, (Gauggel et al 2003), (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de las características del suelo según su calidad.

Calificación	Textura	Estructura	RP kg/cm <sup>2</sup>	Prof. Efectiva cm	Frag. Gruesos %	Conductividad Hidráulica m.día <sup>-1</sup>	Densidad Aparente Mg/cm <sup>3</sup>	Erosión Valor K
10	F	G	0-1.75	>120	<0.1	0.5-1.5		<0.09
9	FL	bsmf			0.1-1	6.1-12	1.1-1.3	
8	FArL	bamf, baf,bsf	1.75-2.3	90-119		1.5-3	>1	0.1-0.19
7	Amf, Af, FAr<35%	baf				3.1-6	1.3-1.4	0.2-0.29
6	FA	bam, bsm, prmf		60-89	1.1-3			
5	Am	bsg, bsmg			3.1-15		1.41-1.5	0.3-0.39
4	Ag, FAr>35%	prf, prmf, bag, bamg	2.3-3.25	30-59			1.51-1.6	
3	ArL, ArA	prm			15-50	0.1-0.05		
2	Ar, L, AF	prm	3.25		50-80		>1.61	0.40-0.59
1	Ag, Amg	l, ma, prg, prmg	>4.5	<30	>80	>12,<0.5		0.6

Fuente: Gauggel et al 2003 adaptado por Rodríguez Mata 2014

Textura: AF: Arena franca, Af: Arena fina, Ag: Arena gruesa, Am: Arena media, Amf: Arena muy fina, Amg: Arena muy gruesa. FAr <35%: F: Franco, FL: Franco limoso, FArL: Franco arcillo limoso, Franco arcilloso, FA: Franco arenoso. FAr >35%: Franco arcilloso, ArL: Arcillo limoso, ArA: Arcillo arenoso, Ar: Arcilloso, L: Limo. Estructura: g: Granular, bsmf: Bloques sub-angulares muy finos, bamf: Bloques angulares muy finos, baf: Bloques angulares finos, bsf: Bloques sub angulares finos, bam: Bloques angulares medios, bsm: Bloques sub angulares medios, prmf: Prismas muy finos, bsg: Bloques sub angulares gruesos, bsmg: Bloques sub angulares muy gruesos, prm: Prismas medios, l: Laminar, prg: Prismas gruesos, prmg: Prismas muy gruesos, ma: Masivo, RP: Resistencia a la penetración.

La conductividad Hidráulica fue estimada a partir de la textura y la estructura de cada horizonte estudiado en cada uno de los lotes (Landon 1991) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetros para la estimación de la conductividad hidráulica del suelo.

<b>Textura</b>	<b>Estructura</b>	<b>Conductividad hidráulica</b>
Arena gruesa grava	Granulo simple	12 o más
Arena media	Granulo simple	6.0-12.0
Arena limos Arena fina	Granulo simple, migajosa media	3.0-6.0
Arena limosa fina, arena limosa	Bloque Subangular y granular grueso, migajosa fina	1.5-3
Arena limosas ligera, francas, franco limosas, limo arenoso bien fino, limo	Primas medio, Bloque subangular	0.5-1.5
Arcilla, Arcillo Franco Arcillo Arenoso, Franco Arcilloso Limoso, Franco Arcilloso, Franco Limoso, Franco, Areno Arcillo Limo	Prisma fino y medio Bloque Angular, placas	0.1-0.5
Arcilla, Limo Arcilla, Franco Arcilloso, Franco Arcilloso Arenoso,	Prisma fino y muy fino, Bloque Angular, placas	0.1-0.05
Arcilla, Arcilla Pesada	Masivo, columna fina y muy fina	0.05 o menos

Fuente: Landon 1991.

La densidad aparente se tomó a partir de la textura de cada uno de los lotes evaluados en base a los rangos existentes de densidad aparente que se encuentran establecidos para cada una de las texturas (Skopp 2000) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rangos de textura para determinar densidad aparente del suelo.

<b>Textura</b>	<b>Densidad Aparente (M g/m<sup>3</sup>)</b>
Arena	(1.8 a 1.9) 1.8
Franco Arenoso Grueso	(1.6 a 1.7) 1.68
Franco Arenoso	(1.5 a 1.6) 1.51
Franco	(1.3 a 1.4) 1.34
Franco Arcilloso	(1.2 a 1.3) 1.26
Arcilloso	(1.1 a 1.2) 1.18
Franco de Ceniza Volcánica	0.85
Materia Orgánica Descompuesta	(0.1 a 0.6) 0.33

Fuente: Skopp 2000.

**Clases por aptitud de uso.** Los suelos también se clasifican según el sistema de clases por aptitud de uso que establece categorías con base en las limitantes siendo la I sin limitantes y en la medida que aumenta la clase aumentan las limitantes para producción agrícola o pecuaria (USDA 1978). Los parámetros utilizados para establecer las clases por aptitud fueron profundidad efectiva, pedregosidad, textura, drenaje, erosión. (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Parámetros para clasificar el suelo según su aptitud.**

Clases Por Aptitud	Parámetros Evaluados				
	profundidad efectiva (pe)	pedregosidad (p)	textura (t)	drenaje (d)	erosión (e)
I	Muy Profundo (mayor 120 cm)	Sin pedregosidad (0-5%)	F, FL, L, Faf	Bueno	Nula
II	Profundo (90 - 120 cm)	Ligeramente pedregoso (5-10%)	AF f, FA m, FAg, FAr, FArl, FArA	Moderadamente excesivo	Ligera
III	Moderadamente Profundo (60-90 cm)	Moderadamente pedregoso (10-15 %)	A, AFm, AFg, FArm	Moderadamente lento	Moderada
IV	Poco Profundo (30-60 cm)	Pedregoso (15-25%)	Ar, ArA, ArL	Excesivo	Severa
V	Superficial (0-30 cm)	Muy pedregoso (25-50%)		Muy lento	Muy severa

Símbolos: pe: Profundidad efectiva, p: pedregosidad, d: drenaje, e: erosión t: textura, F: franco, FL: franco limoso, L: limoso, F Af: franco arenosa fina, AFf: arena franca fina, FAm: franco arenosa media, FAg: franco arenosa gruesa, FAr: franco arcilloso, FArl: franco arcillo limoso, FarA: franco arcillo arenoso, A: arenosa, AFm: arenosa franco media, AFg: arenosa franco gruesa, FAmf: franco arcillosa muy fina (>35% arcilla), Ar: arcillosa(<60% arcilla) ArA: arcillo arenosa, ArL: arcillo limosa.

Fuente: USDA 1978.

**Identificación de las necesidades de manejo.** Para obtener las necesidades de manejo de los terrenos que se usaron los índices de calidad. Las necesidades que se identificaron fueron: subsoleo, drenaje y encalamiento. Estas necesidades son obtenidas realizando un análisis de las siguientes características del suelo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Enmiendas de adecuación de suelo y sus características físicas y químicas evaluadas.

Enmienda	Características de suelo evaluadas
Subsoleo	Estructura Resistencia a la penetración Profundidad efectiva Presencia de fragmentos gruesos
Encalamiento	pH Textura
Drenaje	Conductividad Hidráulica

**Subsoleo.** La compactación en los suelos es uno de los problemas que está disminuyendo las producciones de los diferentes tipos de cultivos. El hacer usos abusivos e inadecuados de diferentes maquinarias agrícolas como las de rastras livianas y pesadas, al igual que el paso sin control de ganado produce lo que se conoce como pie de arado. Esto hace que el paso del agua hacia las raíces sea nulo o muy lento, también evita el desarrollo radicular necesario para una producción eficiente. El decidir hacer un subsolado requiere de hacer evaluaciones físicas del suelo como estructura, resistencia a la penetración, profundidad efectiva y presencia de fragmentos gruesos. El subsolado nos brinda muchos beneficios para nuestros suelos y productividades tales como: Mayor y más rápido flujo del agua a través del perfil del suelo, mayor desarrollo radicular de nuestras plantas y por ende una mayor productividad y aumentan la cantidad de poros en el suelo para una mayor aireación y uniforme paso del agua (Equipo técnico PMRN 2008).

**Encalado.** Tener problemas con acidez en los suelos está relacionado directamente con el pH del suelo. El pH del suelo está relacionado directamente con el % de saturación de acidez, lo que sucede es que el aluminio intercambiable oscila entre pH 5.5 y 6.0. Cuando el pH es menor de 5.5 el aluminio resulta más abundante porque ya se solubilizo, y esto es cuando se convierte muy toxico para la planta. Encalar los suelos tiene como objetivo hacer una aplicación de sales básicas para neutralizar la acidez del suelo causada por hidrogeno y aluminio, y así tener un pH ideal para el máximo desarrollo de nuestros cultivos y su mayor productividad. Los principales correctivos o alcalinizadores de la acidez del suelo son: carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio o magnesio (Molina 1998).

**Drenaje.** Las inundaciones en tierras cultivadas es una de las causas por la cual la productividad no se manifiesta al máximo potencial. El mal drenaje de los suelos causa a la planta una inadecuada aireación de las raíces (Llenera SF).



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Evaluación de El llano de Ocotal.** El área estudiada son 414.86 ha las cuales 334.83 ha son de El Llano de Ocotal, cuyo uso actual es barbecho, fue asignada en la base de datos de la Gerencia de Tierras como terreno de vocación forestal. En este lote se presenta un Índice de calidad actual de 12 el cual indica que los suelos son de muy baja calidad. Por su alta pedregosidad a nivel superficial y subsuperficial, baja profundidad efectiva y baja conductividad hidráulica. En este terreno es muy difícil incrementar la calidad del suelo debido a la pedregosidad. Esta área se clasifico como clase por actitud de V tanto actual como potencial observando como limitantes principales la alta pedregosidad y bajas profundidades de texturas medias.

**Evaluación de Santa Inés (Finca Agroecológica).** Santa Inés 40.3 ha actualmente utilizado para las actividades de la Finca Agroecológica del Departamento de Ambiente y Desarrollo. El índice de calidad actual obtenido en este lote es de 14, el cual es un índice muy bajo por la baja conductividad hidráulica. La textura como tal no afecta la calidad ya que se trata de texturas medias, pero se ve mucho más influenciada por la estructura que son bloques gruesos y prismas gruesos que generan una muy baja conductividad hidráulica. Esta propiedad si se puede cambiar con la utilización de mecanización profunda o subsolador, que fuera la enmienda ideal a realizar ya que mejora también la profundidad efectiva y la resistencia a la penetración de estos suelos. Es difícil introducir en esta área a mejoramiento dado que alguna parte de este terreno está sembrado con pino, el área con otra cobertura se es sujeta esta práctica que a su vez mejora el drenaje interno del suelo y la conductividad hidráulica. Haciendo esta enmienda el índice de calidad tuviera un incremento de 6 el cual hace un índice de calidad potencial de 20 y entra en una categoría mayor. En este lote la clase por aptitud actual encontrada es IV reflejada por las limitantes como pedregosidad, profundidad efectiva y drenaje limitado. Este suelo con la adecuación podrá alcanzar una clase por actitud de III mejorando en su conductividad hidráulica, al igual que realizando la extracción de piedra.

**Actualización del Pivote (Portón y Caoba).** La actualización de los índices de calidad de El Pivote (Portón y Caoba). Un área sumada de 24.8 ha destinadas para uso agrícola. Estos terrenos han sido adecuados mediante el paso del subsolador y se realizó un encalamiento. El índice de calidad actual encontrado en estos lotes es de 19, que indica un índice de calidad bajo pero que ha tenido un incremento de 4 unidades cada lote con respecto al estudio realizado antes de enmiendas ya que su índice era de 15 para cada lote. Estos lotes según su clase de aptitud se encuentran en la categoría III por las limitantes aun existentes que son textura del segundo horizonte que son franco arcillosa y arcillosa que afecta el drenaje y la calidad del suelo por la baja conductividad hidráulica. La mejora se mira muy bien reflejada en las características como son la profundidad efectiva que pasa de 35 cm a 65 cm.

La otra característica mejorada es la resistencia a la penetración que pasa de estar en 3 kg/cm<sup>2</sup> en los primeros horizontes a 0.25 kg/cm<sup>2</sup> y así un mejor desarrollo radicular. La última y mejor reflejada característica cambiante ha sido la estructura que ha pasado de prismáticas a bloques subangulares y bloques angulares, lo cual influye fuertemente en el cambio en los índices de calidad.

**Actualización de la Finca el Rodeo “La L”.** El lote actualizado es La Finca El Rodeo “La L”, que tiene un área de 15.2 ha, las cuales fueron realizadas dos enmiendas el subsolado y encalado. Al realizar estas enmiendas el índice de calidad de estos suelos se encuentra de 21 que entra en la categoría de bajo, pero se logra ver un incremento de 4 unidades en comparación a estos lotes antes de enmienda. La gran presencia de arcillas hace que el índice de calidad baje y los suelos sean menos aptos para la producción. Estos suelos entran en la categoría III según su clase de aptitud limitados por la textura muy fina. El drenaje es su segunda y limitante porque igual que el lote anterior genera una baja conductividad hidráulica. La profundidad efectiva ha mejorado en gran forma pasando de 45 a 65 cm. La resistencia a la penetración ha sido una característica que cambia ya que gracias al subsolado ha pasado a tener en los primeros horizontes RP de 4.5 kg/cm<sup>2</sup> a 1.5kg/cm<sup>2</sup>. Pero una de las variantes con mayor influencia en el cambio del índice de calidad es la estructura ya que paso de bloques angulares gruesos a bloques subangulares finos. Estas variables son las de mayor influencia en su aumento en el índice de calidad y clase de aptitud.

Cuadro 8. Índices de calidad actual (ICA) y potencial (ICP) de los terrenos de El Llano de Ocotal y Santa Inés, Zamorano, Honduras.

Lotes	Área ICA (ha)	ICP	Incremento		
			Índice	%	
Los llanos de Ocotal	334.83	12	18	6	19
Santa Inés (Finca agroecológica)	40.03	14	20	6	19
<b>Total</b>	<b>374.86</b>				





Cuadro 9. Áreas con índices de calidad actualizados en los terrenos San Nicolás (Portón y Caoba) y La “L”, Rodeo, Zamorano, Honduras.



Lotes	Área (ha)	ICA Antes de enmienda	ICAa Después de enmienda	Incremento	
				Índice	%
San Nicolás (Portón y Caoba)	24.8	15	19	4	13
La “L”, Rodeo	15.2	17	20	3	12
<b>Total</b>	<b>40</b>				

ICA: índice de calidad actual.

ICAa: índice de calidad actual actualizado.

Cuadro 10. Leyenda de los índices de calidad de los suelos de Zamorano, Honduras.

Color	Índice de calidad de suelos	Calidad de suelos
	>36	Alta
	30-36	Media
	20-30	Baja
	<20	Muy baja

 Muy Baja calidad  
 Baja calidad

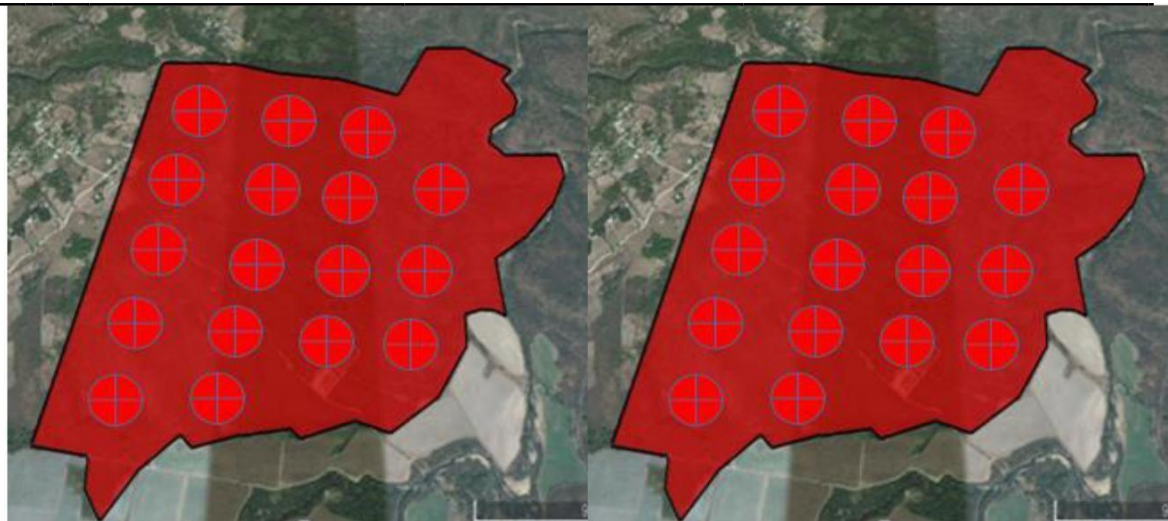


Figura 5. Índices de calidad actual (12/33.2) (izquierda) y potencial (18/33.2) (derecha) de El Llano Ocotal, Zamorano, Honduras.

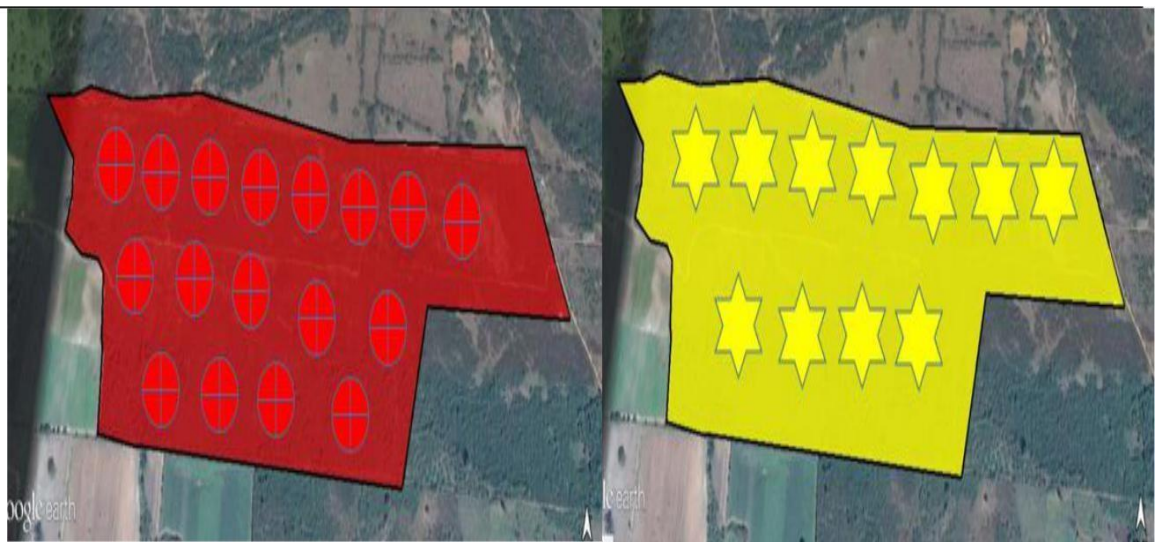


Figura 6. Índice de calidad actual (14/33.2) (izquierda) y potencial (20/33.2) (derecha) de Santa Inés (Finca Agroecológica), Zamorano, Honduras.



Figura 7. Índice de calidad actual (15/33.26) (izquierda) obtenido antes de enmiendas (subsulado y encalado) y actual (19/33.2) (derecha) obtenido después de enmienda de El Pivote, El Portón, Zamorano, Honduras.



Figura 8. Índice de calidad actual (15/33.2) (izquierda) obtenido antes de enmiendas (subsulado y encalado) y actual (19/33.2) (derecha) obtenido después de enmienda de El Pivote, Caoba, Zamorano, Honduras.



Figura 9. Índice de calidad actual (17/33.26) (izquierda) obtenido antes de enmiendas (subsulado y encalado) y actual (21/33.2) (derecha) obtenido después de enmiendas de La “L”, El Rodeo, Zamorano, Honduras.

Cuadro 11. Clases de aptitud actual (CAA) y potencial (CAP) evaluados en los terrenos de El Llano de Ocotal y Santa Inés, Zamorano, Honduras.

<b>Lotes</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>CAA</b>	<b>CAP</b>
Los Llanos de Ocotal	334.83	V pe d p t e	IV pe d p t e
Santa Inés (finca agroecológica)	40.03	V pe d p t e	IV pe p d t e
<b>Total</b>	<b>374.86</b>		

Símbolos: pe: Profundidad efectiva, p: pedregosidad, d: drenaje, e: erosión t: textura

Cuadro 12. Áreas con clases de aptitud actualizados en los terrenos de San Nicolás (Portón y Caoba) y La “L”, Rodeo, Zamorano, Honduras.

<b>Lotes</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>CAA Antes de enmiendas</b>	<b>CAAA Después de enmiendas</b>
San Nicolás (Portón y Caoba)	24.8	IV pe t d p	III d t
La “L”, Rodeo	15.2	IV pe t d p	III d t
<b>Total</b>	<b>40</b>		

CAA: clase de aptitud actual.

CAAA: clase de aptitud actual actualizado.

Símbolos: pe: Profundidad efectiva, p: pedregosidad, d: drenaje, e: erosión t: textura

**Ficha técnica.** Es un resumen de información de suelo de cualquier lote que nos ayuda a tener un fácil acceso para la toma de decisión. Se realizó una ficha de conservación y uso del suelo para cada uno de los lotes, la elaboración de las fichas técnicas de conservación y uso del suelo se hizo posible con la ayuda de la gerencia de tierras de zamorano ya que tomando la iniciativa de plasmar la información en una sola hoja facilitando la utilización para el usuario y de esta manera inferir de una mejor manera en la toma de decisiones para la realizaciones de enmiendas necesarias para mejora la calidad y aptitud y uso del suelo. Los datos presentes en la ficha técnica se refiere la información de suelo, las limitaciones presentes en los terrenos, observaciones, la clasificación de suelo por dos sistemas que son la calidad del suelo y la aptitud de uso actuales y potenciales y a su vez las enmiendas necesaria para hacer una mejora en la calidad del suelo en base a las limitantes.



PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CONSERVACION Y USO DE SUELO

**FICHA TECNICA**

FINCA		LOTE	AREA (HA)	
San Nicolás		portón y caoba	Portón (9)	
			Caoba (13)	
DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO		AREA DE ESTUDIO		
pH	Portón : 5.3 Caoba : 5.3			
Textura	Portón: FAr, Ar Caoba: FAr, Ar.			
Profundidad efectiva	45-65 cm			
Grado de pedregosidad.	moderadamente pedregoso			
Drenaje	Moderadamente lento			
Erosión	Media			
INDICE DE CALIDAD		CLASE DE APTITUD Y CALIDAD DE SUELOS		
Actual antes de enmienda	Actual después de enmiendas	Actual antes de enmiendas	Actual desps de enmiendas	
15/ muy baja	19/ muy baja	IV / muy baja	IV/ muy baja	
FUENTE:GAUGGEL ET AL 2009		FUENTE: (TERRONES CANO 2003)		
LIMITACIONES		OBSERVACION		
Pedregosidad		Se acaba de realizar un subsolado y encalamiento mejorando las propiedades físicas y químicas del suelo.		
USO		ENMIENDAS NECESARIAS.		
Actual	Potencial	Cal	Subsolado	Drenajes
Sorgo, maíz	Caña de azúcar, frijol			

Figura 10. Ficha técnica de los lotes Portón y Caoba, Zamorano, Honduras.



PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CONSERVACION Y USO DE SUELO

**FICHA TECNICA**

FINCA		LOTE	AREA (HA)	
El Rodeo		"La L"	15.2	

DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO		AREA DE ESTUDIO	
pH	5.41		
Textura	Franco arcilloso, arcilloso		
Profundidad efectiva	45-65 cm		
Grado de pedregosidad	moderadamente pedregoso		
Drenaje	Moderadamente lento		
Erosion	media		

INDICE DE CALIDAD		CLASE DE APTITUD Y CALIDAD DE SUELOS	
Actual antes de enmienda	Actual después de enmiendas	Actual antes de enmiendas	Actual después de enmiendas
17/ muy baja	21/ muy baja	IV / muy baja	III / baja
FUENTE: GAUGGEL ET AL 2009		FUENTE: (TERRONES CANO 2003)	

LIMITACIONES		OBSERVACION	
Pedregosidad		Se acaba de realizar un subsolado y encalamiento mejorando las propiedades físicas y químicas del suelo.	

USO		ENMIENDAS NECESARIAS.		
Actual	Potencial	Cal	Subsolado	Drenajes
Sorgo	Maíz, Caña de azúcar			

Figura 11. Ficha técnica del lote la "L", Zamorano, Honduras.





PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CONSERVACION Y USO DE SUELO

**FICHA TECNICA**

FINCA		LOTE	AREA (HA)	
El llano de Ocotal		El llano de Ocotal	334.83	

DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO		AREA DE ESTUDIO	
<b>Ph</b>	5.7		
<b>Textura</b>	Franco arenoso		
<b>Profundidad efectiva</b>	30-50 cm		
<b>Grado de pedregosidad.</b>	Alta pedregosidad		
<b>Drenaje</b>	Muy lento		
<b>Erosión</b>	severa		

INDICE DE CALIDAD		CLASE DE APTITUD Y CALIDAD DE SUELOS	
<b>Actual</b>	<b>potencial</b>	<b>Actual antes de enmiendas</b>	<b>Actual desps de enmiendas</b>
12/ muy baja	12 / muy baja	V / extremadamente baja	V / extremadamente baja
FUENTE:GAUGGEL ET AL 2009		FUENTE: (TERRONES CANO 2003)	

LIMITACIONES	RECOMENDACIONES
Alta Pedregosidad Erosión Profundidad efectiva Drenaje limitado	Imposible introducir maquinaria por la alta pedregosidad superficial y sub superficial

USO		ENMIENDAS NECESARIAS.		
<b>Actual</b>	<b>Potencial</b>	<b>Cal</b>	<b>Subsolado</b>	<b>Drenajes</b>
Barbecho				

Figura 12. Ficha técnica de El Llano de Ocotal, Zamorano, Honduras.



PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CONSERVACION Y USO DE SUELO

**FICHA TECNICA**

FINCA		LOTE	AREA (HA)
Santa Inés		Finca Agroecológica	40.03

DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO		AREA DE ESTUDIO	
<b>Ph</b>	5.8		
<b>Textura</b>	Franco areno arcilloso		
<b>Profundidad efectiva</b>	35 -50 cm		
<b>Grado de pedregosidad.</b>	Muy pedregoso		
<b>Drenaje</b>	Moderadamente lento		
<b>Erosión</b>	media		

INDICE DE CALIDAD		CLASE DE APTITUD Y CALIDAD DE SUELOS	
<b>Actual antes de enmienda</b>	<b>Actual después de enmiendas</b>	<b>Actual antes de enmiendas</b>	<b>Actual después de enmiendas</b>
17/ muy baja	21/ muy baja	IV / muy baja	III / baja
FUENTE: GAUGGEL ET AL 2009		FUENTE: (TERRONES CANO 2003)	

LIMITACIONES	RECOMENDACIONES
Pedregosidad Profundidad efectiva Drenaje limitado	Subsolador y maquinaria profunda y así mejorar la estructura y el drenaje interno en el área donde no está sembrado pino.

USO		ENMIENDAS NECESARIAS.		
Actual	Potencial	Cal	Subsolado	Drenajes
Plantación de pinos y Finca de IAD.			X	X

Figura 13. Ficha técnica de Finca Agroecológica, Zamorano, Honduras.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar las enmiendas de suelos necesarias para la finca agroecológica y así incrementar el índice de calidad del suelo.
- Hacer seguimiento a este estudio propuesto por la gerencia de tierra y la unidad de suelos de Zamorano de determinar y actualizar los índices de calidad de todos los suelos tanto de uso agrícola como forestal.
- Hacer análisis de suelos en cada lote una vez realizadas las adecuaciones recomendadas para determinar el estado del suelo.
- Aumentar el conjunto de prácticas de manejo de conservación de los suelos haciendo una mejoría en el aumento de la calidad de los suelos y la disminución de la degradación de los mismos.
- Considerar el cultivo de marañón en el Llano de Ocotal.

## 4. CONCLUSIONES

- El Llano de Ocotál presenta una muy baja calidad del suelo con altas limitantes de uso agrícola convencional. La Finca Agroecológica tiene una baja calidad actual, pero puede mejorar su condición.
- Es muy difícil cambiar la condición en el Llano de Ocotál por la alta pedregosidad y poca profundidad. Se deben considerar usos alternativos como producción silvopastoril, biomasa y C, invernaderos o asentamientos humanos. La Finca Agroecológica tiene una baja calidad de suelo, pero puede mejorar su condición mediante mecanización profunda.
- Enmiendas realizadas en los lotes de la finca San Nicolás y La “L” evidencian que la calidad del suelo mejoró mediante subsoleo y enclamiento.
- Al plasmar la información de suelos en fichas técnicas facilita el manejo de cada uno de los lotes, lo que ayudará a la toma de decisiones para mayor eficiencia y sostenibilidad en el uso del suelo.

- Molina E. 1998. Acidez de suelo y encalado. San José, Costa Rica. Centro de investigaciones agronómicas Universidad de Costa Rica. [Accessed 2016 Jul 16]. [http://anfcal.org/media/Biblioteca\\_Digital/Agricultura/Neutralizacion\\_de\\_Suelos\\_Acidos/JM-encalado\\_y\\_acidez.pdf](http://anfcal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.pdf)
- Muzo Jayana EA, Reyes Espinoza DADR. 2016. Diseño y elaboración de la plataforma digital de información AGROZAM, para los planes de manejo integral de las tierras de Zamorano, Honduras. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano-San Antonio de Oriente. 26 p.
- Porta Casanella J, López M, Poch R. 2014. Edafología uso y protección de suelos. 3a ed. Madrid: Mundi-Prensa. 608p.
- PMRN. Equipo técnico. 2008. El subsolado del suelo. San Lorenzo, Paraguay. DEAg. [Accessed 2016 Jul 15]. <http://www.stp.gov.py/cooperacion/giz/wp-content/uploads/2015/05/El-subsolado.pdf>
- Rodríguez Mata P. 2014. Evaluación de la calidad de los suelos y desarrollo de un plan de manejo de los terrenos de San Nicolás, Terencio Reyes y Elvin Santos de Zamorano, Honduras. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano-San Antonio de Oriente. 44 p.
- Skoop J. 2002. Physical properties of primary particles. Handbook of soil Science. Boca Raton. 16 p.
- USDA. 1978 Soil Potential Ratings. National Soils Handbook Notice. Washington, Estados Unidos. [Accessed 2016 Jul 20]. [http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1047455.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1047455.pdf)
- Velásquez Méndez D. 2007. Estudio semidetallado de suelos de la partes plana de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-San Antonio de Oriente. 78 p.

## 6. LITERATURA CITADA

- Arévalo Valderrama G, Castellanos M. 2011. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-San Antonio de Oriente. 59 p.
- Arévalo Valderrama G, Gauggel C. 2014. Manual de prácticas del Curso de manejo de suelos y nutrición vegetal tercer año. 94 p.
- Barzola Barco D, Quijia Lema R, De la Rosa Tavera J. 2015. Actualización de los índices de calidad de los suelos de uso agrícola y pecuario, plan de manejo y efecto del subsoleo en el tiempo, Zamorano, Honduras. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano-San de Oriente. 68 p.
- FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Trad Vargas R. 4a ed. Roma, Italia Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia 111 p.
- FAO. 2016. Portal de suelos de la FAO. Roma, Italia [Accessed 2016 Jul 20]. <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/es/>.
- Gauggel Rivas I C, Arévalo G, Barahona R. 2009. Índices de calidad de suelos para las propiedades morfológicas, físicas y químicas. Memorias del XVIII congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo y VI Congreso Nacional de Suelos. Costa Rica. Asociación costarricense de las ciencias del suelo 52 p.
- Landon J. 1991. Brooker Tropical soil Manual. 1a ed. New York (EEUU): John Wiley & Sons, Inc. 446 p.
- Lovo Silva J, Saavedra Alvarado J, Saravia Chavez R. 2013. Calidad de los suelos y plan de adecuación para los terrenos de uso agrícola y pecuario de Zamorano, Honduras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-San Antonio de Oriente. 51p.
- Llerena Villalpando F. SF. Drenaje superficial en terrenos agrícolas. Chapingo, México. Departamento de irrigación Universidad de Chapingo. [Accessed 2016 Jul 10]. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Drenaje%20superficial%20en%20terrenos%20agricolas.pdf>