

**Calidad de suelos en dos zonas de vocación  
forestal y recomendaciones de manejo en la  
E.A.P. Zamorano, Honduras**

**Andrea Melissa Mora Oviedo  
Michael Esaud Rodríguez Hernández**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2014

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

# **Calidad de suelos de dos zonas de vocación forestal y recomendaciones de manejo en la E.A.P. Zamorano, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Andrea Melissa Mora Oviedo**  
**Michael Esaud Rodríguez Hernández**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2014

# **Calidad de suelos de dos zonas de vocación forestal y recomendaciones de manejo en la E.A.P. Zamorano, Honduras**

Presentado por

Andrea Melissa Mora Oviedo  
Michael Esaud Rodríguez Hernández

Aprobado:

---

Gloria E. Arévalo de Gauggel, M.Sc.  
Asesora Principal

---

Laura Suazo, Ph.D.  
Directora  
Departamento de Ambiente y  
Desarrollo

---

Alexandra Manueles, M.Sc.  
Asesora

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

---

David Moreira, M.B.A.  
Asesor

## **Calidad de suelos de dos zonas de vocación forestal y recomendaciones de manejo en la E.A.P. Zamorano, Honduras**

**Andrea Melissa Mora Oviedo  
Michael Esaud Rodríguez Hernández**

**Resumen.** La Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, ubicada en la región central de Honduras, con miras a proteger los recursos naturales brinda la oportunidad de estudiar suelos de vocación forestal y definir la calidad de los mismos. Los objetivos de éste estudio fueron: Actualizar información de suelos de la EAP, establecer índices de calidad actual de los suelos, estimar la pérdida potencial de suelo por erosión y recomendar prácticas de manejo y conservación de suelos del área de estudio. El área de estudio (839.07) abarca dos zonas de vocación forestal: zona baja; Llanos de Ocotal (3.51 ha), Florencia A (0.37 ha), Florencia B (0.34 ha), Burro Bajo (4.51 ha), CADECA 1 (1.51 ha), CADECA 2 (4.51 ha), Plantación de Pino Zona 1 (10.18 ha); y zona alta; Santa Inés (814.14 ha). Se determinó el índice de calidad de los suelos propuesto por Gauggel *et al.* 2009. A partir de la calidad y tomando en cuenta los parámetros establecidos por la ecuación universal de pérdida de suelo USLE, se calculó la pérdida potencial de suelo por erosión. Se recomendaron prácticas de manejo y diseño de obras requeridas para conservación de suelos. Este trabajo permitió generar, ordenar y proponer una metodología para determinar el índice de calidad de suelos en áreas de vocación forestal como una herramienta para la planeación, coordinación y verificación de medidas de conservación y correcto uso de la tierra.

**Palabras clave:** Ecuación USLE, índice de calidad, zona de vocación forestal.

**Abstract.** The Panamerican Agricultural School (EAP), Zamorano, located in the central region of Honduras, aiming to protect natural resources, provides the opportunity to conduct research on soil and forestry. The objectives of this study were to update the EAP soil database, establish the actual soil quality index, determine soil erosion and propose management recommendation and soil conservation practices. This investigation covers two forested areas: the low zone; Llanos de Ocotal (3.55 ha), Florencia A (0.37 ha), Florencia B (0.34 ha), Burro Bajo (4.27 ha), CADECA 1 (4.51 ha), CADECA 2 (1.51 ha), Plantación de Pino Zona 1 (10.5 ha); and the high zone; Santa Inés (814.91 ha). The soil quality index was determined; utilizing methodology proposed by Gauggel *et al.* 2009; taking into account parameters set by the universal soil loss equation (USLE), the potential loss of soil by erosion was calculated. This research generated, organized and proposed a methodology to determine soil quality in forested areas, which will serve as a tool for planning, coordinating and verifying measures for land conservation and use.

**Key words:** Foresty zone, soil quality index, USLE equation.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Página de firmas .....	ii
	Resumen .....	iii
	Contenido .....	iv
	Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Áreas de estudio de dos zonas de vocación forestal de la EAP, Zamorano, Honduras. ....	3
2.	Ubicación geográfica de los perfiles de suelos descritos. ....	4
3.	Pendientes utilizadas para la clasificación de los suelos de vocación forestal de la E.A.P. por rango y denominación. ....	7
4.	Rangos de densidad aparente según la textura del suelo. ....	8
5.	Peso de la variable indicador para cada característica de suelo, para cálculo del índice de calidad. ....	8
6.	Calificación de la calidad de suelo de acuerdo al índice de calidad y porcentaje de calidad que este representa. ....	9
7.	Porcentajes medios de arena, limo y arcilla de cada clase textural calculada del triángulo textural (Shoenemberger et al. 1998) y arena fina estimada. ....	10
8.	Porcentaje de materia orgánica inferido del color del suelo. ....	11
9.	Valor del factor (b) según la estructura del suelo para la ecuación de erodabilidad. ....	11
10.	Permeabilidad (c) de los suelos determinadas en función de la textura y la estructura. ....	12
11.	Valores utilizados en la ecuación de erosión del suelo, para las velocidades de conductividad hidráulica. ....	13
12.	Valor del factor (c) según el porcentaje de cobertura del sitio para la Ecuación de Pérdida de Suelo USLE. ....	14
13.	Valor en la ecuación de las prácticas de conservación. ....	14
14.	Uso actual de los suelos de dos zonas de vocación forestal de la E.A.P., Zamorano, Honduras. ....	15
15.	Área (ha) por tipo de pendiente en dos zonas de vocación forestal de la E.A.P., Honduras. ....	15
16.	Descripción de las características predominantes en el primer horizonte de suelos de vocación forestal según pendiente de la zona alta (Santa Inés) E.A.P. Zamorano, Honduras. ....	16
17.	Descripción de las características predominantes de suelos de vocación forestal según pendiente de la zona baja E.A.P. Zamorano, Honduras. ....	18
18.	Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras. ....	24

19.	Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona baja, E.A.P Zamorano, Honduras. ....	33
20.	Propiedades químicas de suelos de dos zonas de vocación forestal EAP, Zamorano Honduras, 2014. ....	36
21.	Erosión de suelo t.ha-1 de las áreas de la zona baja de vocación forestal, con una erosividad de 210 MJ/mm.....	37
22.	Erosión de suelo t.ha-1 de las áreas de la zona baja de vocación forestal en estado actual, con una erosividad de 410 MJ/mm. ....	37
23.	Recomendación de prácticas de conservación modificando el factor LS.	38
24.	Erosión de suelo t.ha-1 de la zona baja con conservación de suelos, con una erosividad de 210 MJ/mm y LS: 1.....	38
25.	Erosión de suelo t.ha-1 de la zona baja con conservación de suelos, con una erosividad de 410 MJ/mm. LS: 1.....	39
26.	Índices de calidad de los suelos de vocación forestal E.A.P. Zamorano, Honduras.....	39

Figuras		Página
1.	Mapa del área de estudio: dos zonas de vocación forestal, Zamorano, Honduras, 2014.....	4
2.	Nomograma para el cálculo del factor LS de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo USLE. Fuente: Wischmeier y Smith 1978.....	13
3.	Imágenes de suelos característicos de la zona alta (Santa Inés) E.A.P. Zamorano, Honduras. ....	17
4.	Imágenes de suelos característicos de la zona baja E.A.P. Zamorano, Honduras.....	19
5.	Mapa de pendientes del área de Santa Inés, Zamorano, Honduras. ....	20
6.	Mapa de pendientes del área de Los Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras.....	21
7.	Mapa de pendientes del área El Burro Bajo, Zamorano, Honduras. ....	22
8.	Mapa de pendientes del área de CADECA, Zamorano, Honduras. ....	23
9.	Mapa de erosión de suelo t.ha-1 de Santa Inés en estado actual, con una erosividad de 210 MJ/mm. ....	40
10.	Mapa de erosión de suelo t.ha-1 de Santa Inés en estado actual, con una erosividad de 410 MJ/mm. ....	41
11.	Mapa de erosión de suelo t.ha-1 de Santa Inés con conservación de suelos, con una erosividad de 210 MJ/mm.....	42
12.	Mapa de erosión de suelo t.ha-1 de Santa Inés con conservación de suelos, con una erosividad de 410 MJ/mm.....	43

Anexos	Página
1. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio anual bajo condición actual de manejo en Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 1.....	49
2. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio anual bajo condición actual de manejo en CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal , Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 1.....	51
3. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima anual bajo condición actual de manejo en Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 1.....	52
4. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima anual bajo condición actual de manejo en CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 1.....	54
5. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio modificando el Factor LS en el área de Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04;.....	55
6. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio modificando el Factor LS en el área de CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09.....	57
7. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima modificando el Factor LS en el área de Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09. ....	58
8. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima modificando el Factor LS en el área de CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09.....	60
9. Especies arbóreas existentes en los terrenos estudiados y sus condiciones adecuadas de crecimiento.....	61
10. Especies de importancia general en el bosque seco. ....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

El suelo es considerado como un componente natural no renovable (por su regeneración lenta), debe ser protegido para aprovechar sus propiedades y beneficios a largo plazo (Gayoso y Alarcón 1999). Durante las últimas décadas en América Latina los cambios en el uso del suelo ha intensificado la explotación de los recursos naturales y acelerado procesos de degradación de suelos (Conde 2007); según (FAO 2000), la degradación se debe a la sobreexplotación de los recursos naturales y a la utilización de prácticas inadecuadas de manejo de suelo.

La ciencia de los suelos forestales se desarrolló en América del norte y se arraigó después de la Primera Guerra Mundial con la necesidad de hacer un manejo selectivo de los bosques para obtener un rendimiento constante en reforestas de tierras agrícolas abandonadas y establecer franjas de protección en el Medio Oeste (Pritchett 1990). Suelos forestales es una aproximación ecológica sobre un ecosistema particular, caracterizado por una cubierta forestal que determina propiedades de los suelos distintas a las de otros suelos, que están asociadas a un microclima, al reciclaje de elementos, a una población microbiana específica y a la formación de ácidos orgánicos (Pinto 2000).

La Ley Forestal de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras define qué: “áreas forestales son terrenos poblados de especies arbóreas y/o arbustivas forestales de cualquier tamaño, origen natural o proveniente de siembra o plantación. También abarca terrenos rurales de vocación natural forestal cubiertos o no de vegetación, que por las condiciones de textura, fertilidad, clima y pendiente, sean susceptibles de degradación y por consiguiente, no aptos para uso agrícola y ganaderos, debiendo ser objeto de forestación, reforestación o de otras acciones de índole forestal” (Poder legislativo de Honduras 2008).

Tomando en cuenta factores relacionados con conservación suelos existe el término calidad de suelos; capacidad para funcionar dentro de un ecosistema, sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental, y promover la salud de las plantas, animales como la salud y bienestar de los seres humanos. (Porta *et al.* 2008). El suelo es uno de los factores que determina la calidad de un sitio, influye considerablemente en las tasas de crecimiento del bosque, en la calidad de la madera, resistencia de las especies a enfermedades y frente a ciertos factores abióticos adversos (Gayoso y Alarcón 1999).

Al realizar una evaluación de los suelos con miras al desarrollo vegetal es necesario conocer las situaciones de estrés en relación con sus propiedades químicas/físicas (Pinto 2000). En el crecimiento vegetal el más limitante de los factores es el que determina el

nivel de producción; conocida como ley del mínimo (Pinto 2000). En el caso de las propiedades químicas más limitantes, en los horizontes contenidos dentro de la profundidad efectiva, se utilizan para determinar un índice de calidad (Gauggel *et al.* 2009).

El suelo de bosque y el sistema radicular denso y profundo de los árboles tienen un gran valor, reducen los deslizamientos de la tierra y estudios demuestran la superioridad del bosque en relación con cualquier otro tipo de cobertura vegetal (Lawson *et al.* 1981). La incorporación de conceptos de valor total a los bosques y el interés de las ciencias forestales hacia otros agentes sociales y otras disciplinas del conocimiento han abierto la puerta a una apreciación renovada de los servicios ofrecidos por los ecosistemas forestales (Pérez 2007); los bosques son de gran importancia para el equilibrio mundial de carbono (FAO 1992).

El estudio de las dos zonas con vocación forestal resume la necesidad de conocer el suelo de vocación forestal y dar recomendaciones de manejo. Este trabajo permitió generar, ordenar y proponer una metodología herramienta para el Departamento de Ambiente y Desarrollo de la E.A.P, Zamorano con el apoyo de la Gerencia de Tierras para determinar el índice de calidad de suelos actual, sirviendo para la planeación, coordinación y verificación de uso correcto de la tierra.

Objetivo general fue determinar la calidad de suelos de dos zonas de vocación forestal de la Escuela Agrícola Panamericana y recomendar prácticas de manejo y conservación de los mismos. Así mismo se pretendió generar una base de datos actualizada de suelos en el área de estudio, establecer índices de calidad actual de los suelos de dos zonas de vocación forestal de la EAP, estimar la pérdida potencial de suelo por erosión y recomendar prácticas para manejo y conservación de suelos de áreas de vocación forestal, basada en la información existente y generada.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización de la zona de estudio.** El estudio se realizó durante los meses de mayo a septiembre de 2014, en terrenos de vocación forestal de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) Zamorano, localizada a 30 km. de Tegucigalpa, Honduras, entre 784 - 1154 msnm, con una temperatura promedio anual de 24° C y precipitación promedio anual de 1,100 mm respectivamente.

**Área estudiada.** El estudio se realizó en un total de 839.07 ha conformadas por los terrenos de vocación forestal de la zona baja con altura menor a 900 msnm (Burro bajo, CADECA, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal) y la zona alta con altura mayor a 900 msnm (Santa Inés), (Cuadro 1). Luego se obtuvo una imagen satelital del área de estudio para ubicar terrenos de ambas zonas (figura 1).

Cuadro 1. Áreas de estudio de dos zonas de vocación forestal de la EAP, Zamorano, Honduras.

<b>Terrenos</b>	<b>Área(ha)</b>
Santa Inés	814.14
Burro Bajo	4.51
CADECA 1	1.51
CADECA 2	4.51
Florencia A	0.37
Florencia B	0.34
Zona 1	10.18
Llanos de Ocotal	3.51
Total	839.07

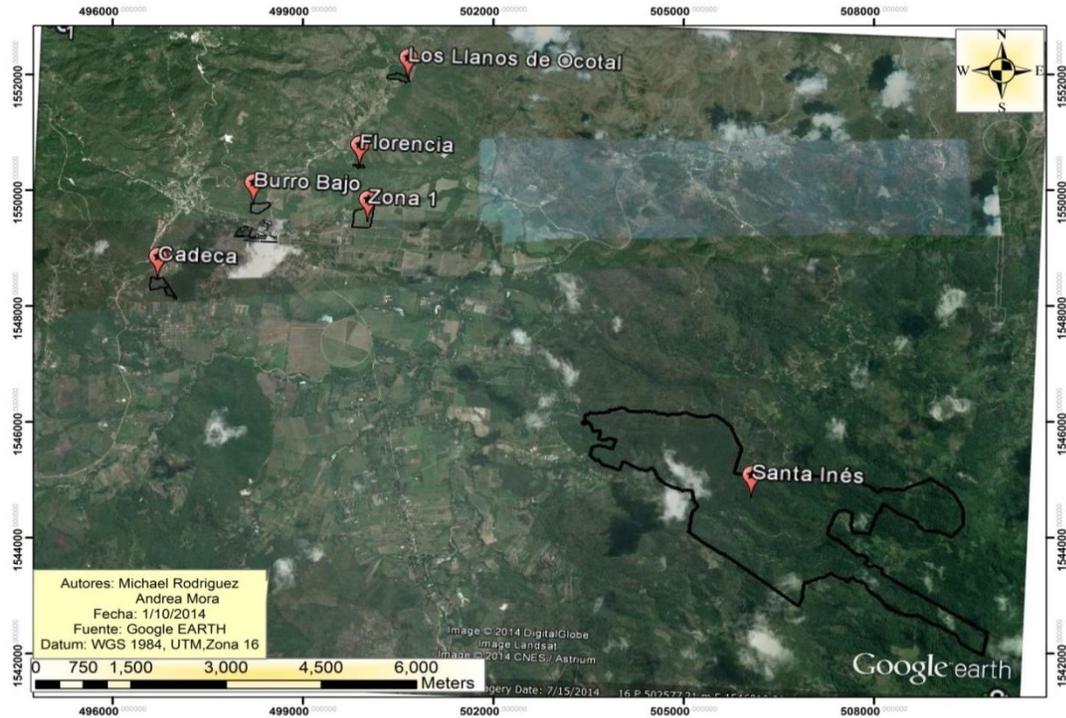


Figura 1. Mapa del área de estudio: dos zonas de vocación forestal, Zamorano, Honduras, 2014.

Los suelos del área de estudio se describieron a través de perfiles de suelo; los perfiles de suelos permiten identificar las propiedades/características morfológicas y físicas del suelo en campo. Los puntos de descripción fueron realizadas mediante la herramienta de aleatorización (Random) del programa ArcGIS® que permite hacer un muestreo aleatorio en un área determinada para la selección de puntos de muestreo. Se realizaron 22 muestreos en campo tomando en cuenta zona baja (7 calicatas) y zona alta (15 calicatas) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ubicación geográfica de los perfiles de suelos descritos.

N°	Descriptor del perfil	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Terreno Zamorano
		X	Y		
1	R&M	505459.6	1545818	1154	
2	R&M	505425.1	1544870	1119	
3	R&M	504584.4	1545706	1014	
4	R&M	505582.2	1545292	1153	Santa Inés
5	R&M	504035.9	1545255	904	
6	R&M	503653.3	1545882	863	
7	R&M	504963.7	1545479	1066	

Cuadro 2. Ubicación geográfica de los perfiles de suelos descritos (Continuación).

N°	Descriptor del perfil	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Terreno Zamorano
		X	Y		
8	R&M	504397.5	1545927	1001	
9	R&M	505177.4	1545624	1123	
10	R&M	504900.9	1545825	1042	
11	R&M	504002.3	1545564	873	
12	R&M	503739.5	1545202	873	
14	R&M	503749.2	1545664	852	
15	R&M	505263.3	1545115	1073	
1	A&K	507646.0	1543920	950	
2	A&K	507502.0	1544245	950	
3	A&K	507575.0	1544370	950	
4	A&K	507660.0	1544594	950	
5	A&K	507728.0	1543979	950	
6	A&K	507875.0	1544049	950	
7	A&K	508036.0	1544104	950	
8	A&K	506679.0	1542772	950	
9	A&K	506615.0	1542620	950	
10	A&K	506121.0	1544048	950	
11	A&K	506220.0	1544072	950	
12	A&K	506250.0	1544168	950	Santa Inés
13	A&K	505568.0	1545426	950	
14	A&K	505717.0	1545475	950	
15	A&K	505596.0	1545509	950	
16	A&K	505709.0	1545165	950	
17	A&K	505500.0	1545100	950	
18	A&K	505442.0	1544874	950	
19	A&K	504905.0	1544740	950	
20	A&K	507726.0	1543391	950	
21	A&K	507550.0	1543450	950	
27	A&K	505782.0	1544185	950	
28	A&K	505404.0	1544252	950	
1	CCS	506632.0	1542959	950	
2	CCS	506705.0	1542762	950	
3	CCS	506371.0	1543132	950	
4	CCS	506115.0	1543251	950	
5	CCS	505404.0	1544252	950	
6	CCS	507723.0	1543421	950	
16	R&M	498229.0	1549508	842	Burro

Cuadro 2. Ubicación geográfica de los perfiles de suelos descritos (Continuación).

N°	Descriptor del perfil	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Terreno Zamorano
		X	Y		
17	R&M	500433.7	1551919	821	Llanos
18	R&M	499855.6	1550307	779	Florencia
19	R&M	499766.1	1550329	795	
20	R&M	499823.2	1549281	793	Pino Zona 1
21	R&M	499942.5	1549444	784	
22	R&M	496621.3	1548189	907	CADECA
23	R&M	496847.6	1548069	884	

Simbología: R&M: Rodríguez y Mora 2014. A&K: Acosta y Kucharsky 2013. CCS: Clase de conservación de suelos 2012-2014, tercer año de la carrera de Ambiente y Desarrollo.

**Recopilación de la información.** Para realizar el estudio se recopiló información disponible que fue tomada a través de los años por estudiantes de tercer año en la clase de suelos. Se encontró información de 90 calicatas ubicadas dentro de los terrenos de interés. La información fue evaluada y aquella información que estuviera mal desarrollada o tomada se descartó para una mejor veracidad de la información. Se obtuvo un total final de 54 calicatas.

**Muestras de campo.** En aquellas áreas donde no se encontró información suficiente para el estudio semi-detallado se tuvo que realizar calicatas y análisis de suelos en el laboratorio; un total de 22 calicatas hechas en campo y 8 muestras analizadas en laboratorio. Finalizando con un total de 54 calicatas (De la Rosa 2008). Para la descripción de los 22 perfiles de suelos en campo se contó con herramientas básicas para el levantamiento de suelo: barreno, tabla munsell, piocha, pala, herramientas para hacer las calicatas y su descripción como también un GPS para ubicación de los puntos. La descripción de los suelos se hizo siguiendo la metodología (FAO 2009). Cabe anotar que la descripción se realizó en los meses de agosto y septiembre de 2014 y los suelos todavía estaban secos.

**Actualización de la base de datos.** Para tener toda la información en un solo formato se utilizó una base de datos en la cual la información fue ordenada y almacenada. La base utilizada es una adaptación de la SOTERLAC (Programme 2012) para la E.A.P. La SOTERLAC es utilizada para hacer el mapa de suelos mundial, con el mismo objetivo la SOTERZAM; base de datos de la E.A.P. Zamorano, pretende facilitar la realización de mapas de suelos. La SOTERZAM es una herramienta fácil de usar en la cual se ingresan todos los datos de características físicas y químicas de un suelo.

**Mapas de suelos.** Se completó la información total requerida y se prosiguió a utilizar la información física y morfológica de las mismas para la realización de mapas de pendiente y texturas de suelos. La escala utilizada en los mapas fue de 1:50,000 para la zona alta y 1:25,000 para la zona baja.

**Mapas de pendiente:** Los rangos de pendientes fueron utilizados para la separación de zonas. El color escala para las pendientes en el mapa van de un verde oscuro a rojo lo que sugiere un suelo de menor a mayor vulnerabilidad en cuanto a erosión del área (Cuadro 3).

Cuadro 3. Pendientes utilizadas para la clasificación de los suelos de vocación forestal de la E.A.P. por rango y denominación.

Rango de pendiente (%)	Denominación de la pendiente	Clase de suelo por aptitud de uso.	Color en la escala del mapa
0 - 3	Plano a casi plano	I	Verde oscuro
0 - 3	Ligeramente ondulado	II	Verde oscuro
3 - 12	Moderadamente Ondulado	III	Verde claro
12 - 25	Ondulado	IV	Amarillo
25 - 50	Fuertemente Ondulado	V	Anaranjado claro
50 - 100	Escarpado	VI	Anaranjado oscuro
> 100	Fuertemente escarpado	VII	Rojo

Fuente: Bronzoni *et al.* 1996

**Índices de Calidad Actual.** Para el análisis de índices de calidad se utilizaron 37 calicatas que tenían toda la información requerida de las 54 utilizadas en los mapas; 22 (Mora y Rodríguez 2014) y 15 de otros estudios. Con la información seleccionada correspondiente, se determinó el estado actual de cada uno de los suelos del estudio mediante los índices de calidad de suelos (Gauggel *et al.* 2009). Este análisis proporciona información precisa del estado de la calidad del suelo, el cual permite conocer el estado actual en el cual se encuentra el suelo mediante la calificación de las características del mismo a partir de las cuales se calcula un índice que indica numéricamente la calidad del suelo. Por lo tanto se obtiene una perspectivas de la calidad del suelos con que cuenta Zamorano.

Las características que se evaluaron para obtener el índice de calidad actual (ICA) fueron: profundidad efectiva, textura, estructura, resistencia a la penetración (R.P.), conductividad hidráulica, fragmentos gruesos, densidad aparente (DAP) y factor de erodabilidad (K).

**Densidad aparente actual:** se estimó en base a la textura de cada uno de los terrenos, se utilizó el cuadro de Arévalo, 2011 en donde se clasifican las texturas acuerdo a los rangos de densidad aparente establecidos por cada textura (Cuadro 4), basado en (Summer 2000).

Cuadro 4. Rangos de densidad aparente según la textura del suelo.

<b>Textura</b>	<b>Densidad Aparente(Mg/m3)</b>
Arena	(1.8 a 1.9) 1.87
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: Summer 2000

Para calcular el ICA en primera instancia se deben conocer dos tipos de valores, ambos propuestos por (Gauggel *et al.* 2009): valores por peso de característica representado por un indicador de importancia (Cuadro 5); dado por la importancia que esta tiene en la producción agrícola; y valores relativos con una escala de 1 a 10, asignados según la calidad de la característica tomando como base el suelo ideal agrícola; siendo 1 menor calidad y 10 mayor calidad.

Cuadro 5. Peso de la variable indicador para cada característica de suelo, para cálculo del índice de calidad.

<b>Características de suelo</b>	<b>Peso de la variable indicador</b>
Textura	0.60
Estructura	0.35
Resistencia a la penetración	0.35
Profundidad efectiva	0.40
Fragmentos gruesos por volumen	0.45
Conductividad hidráulica m/día	0.35
Densidad aparente	0.35
Erodabilidad del suelo, factor K	0.40

Fuente: Gauggel *et al* 2009

Para conocer el ICA el sistema establece calcular el valor ponderado de cada uno de los horizontes de los perfiles, este valor ponderado es relacionado a la profundidad de cada uno de los horizontes en relación a la profundidad total de cada perfil de suelo. Luego a cada una de las características del horizonte se le asigna un valor (Gauggel *et al.* 2009). Este valor es multiplicado por el valor ponderado del horizonte, resultando el valor ponderado para cada característica. Después de obtener el valor ponderado de cada característica se prosigue a sumar los valores ponderados de cada característica de los horizontes de cada perfil de suelo. De manera que se obtiene el valor total en cada característica para el perfil. Al tener cada uno de estos valores para cada característica se

realiza una sumatoria que es el índice de calidad. En este caso la máxima calificación de calidad posible es de 32.5 considerado un suelo de óptima calidad (Lovo Silva 2013).

**Cálculo de los índices de calidad (ICA):** La información de las características de cada calicata fue procesada con la herramienta creada en el programa Excel (Lovo y Saavedra 2013) facilitando los cálculos requeridos para obtener el ICA de cada calicata.

Luego que se obtuvo el ICA de cada calicata se procedió a clasificar la información según los rangos de calidad de suelo propuesta por Gauggel *et al.* (2009) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Calificación de la calidad de suelo de acuerdo al índice de calidad y porcentaje de calidad que este representa.

Índice de calidad del suelo	Porcentaje de calidad de suelo	Calidad de suelos
32.5	100	Alta
30 – 36	92 – 100	Media
20 – 30	62 – 92	Baja
<20	< 62	Muy Baja

Fuente: Gauggel *et al.* 2003, adaptado por los autores.

**Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE).** Permite medir la pérdida por erosión hídrica de un suelo. Para calcular la pérdida anual estimada “A”, se necesitó conocer el factor de erosividad de la lluvia, erodabilidad, logitud y gradiente de la pendiente, cobertura y manejo, y de control de erosión (Ecuación 1).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \text{ (USLE)} \quad [1]$$

Donde:

A = Pérdida anual estimada ( $t/ha^{-1} \cdot año^{-1}$ )

R = Factor erosividad de la lluvia ( $Mj/mm$ )/ (ha. hora. año)

K = Factor de erodabilidad del suelo ( $t \cdot MJ^{-1} mm^{-1}$ )

LS = Factor de longitud y gradiente de la pendiente (sin dimensiones)

C = Factor de cobertura y manejo

P = Prácticas de control de erosión

**Cálculo del factor de lluvia y esorrentía (R).** Para calcular el Factor de esorrentía se utilizó datos proporcionados por el Unidad de Maquinaria y Riego en el cual se utilizó la precipitación recolectada por los pluviómetros distribuidos en Zamorano. Como resultado se procedió a utilizar la fórmula para el cálculo del factor R (Ecuación 2).

$$R = \sum R_{mes} / \text{número de meses} \quad [2]$$

Donde:

“R” = promedio del R para la precipitación de cada mes.

$$R_{\text{mes}} = 0.23 \cdot PP_{\text{mes}}^{1.33} \quad [3]$$

Donde:

$PP_{\text{mes}}^{1.33}$  = pp precipitación promedio mensual en los meses lluviosos (Alcayaga, H. *et al.* 2000).

**Cálculo del factor de erodabilidad (K)** La erodabilidad se calculó en el primer horizonte de cada perfil de suelo (Ecuación 4), (Wischmeier y Smith 1978).

$$K = [(2,1 M^{1.1412}(10-a)(12-a)+3.25(b-2)+2.5(c-3)]/100*1,2928 \quad [4]$$

Donde:

K: erodabilidad del suelo medido en (t/ha) / (MJ/mm/h).

M: es tamaño medio de partícula (% de limo + % arenas muy finas (0.05 a 0.1 mm)) × (100 - % de arcilla);

a: es el % de materia orgánica;

b: es el número correspondiente a la estructura del suelo

c: clase de permeabilidad del perfil del suelo.

**Cálculo del tamaño medio de partícula (M)** se calculó utilizando porcentajes medios de arena limo y arcilla según el triángulo textural (Cuadro 7). La arena muy fina se tomó como el 15% de la arena total basado en los resultados de los lotes de Zona 1 por Esquivel Palma y Mendoza Barzola (2011).

Cuadro 7. Porcentajes medios de arena, limo y arcilla de cada clase textural calculada del triángulo textural (Shoenemberger *et al.* 1998) y arena fina estimada.

Clase textural	%			
	Arena	Arena muy fina*	Limo	Arcilla
Arenoso	95.0	14	0	5.0
Arenoso franco	77.0	12	16	7.5
Franco arcilloso arenoso	65.0	10	7	28.0
Franco arenoso	64.0	10	26	10.0
Arcillo arenoso	55.0	8	0	45.0
Franco	45.0	7	37	18.0
Franco arcilloso	35.0	5	30	35.0
Franco limoso	25.0	4	61	14.0
Arcilloso	22.5	3	36	42.0
Limoso	10.0	2	84	6.0
Franco arcillo limoso	10.0	2	56	34.0
Arcillo limoso	10.0	2	40	50.0

\*Fuente: Esquivel Palma y Mendoza Barzola 2011, adaptada por los autores.

**Cálculo del porcentaje de materia orgánica (a).** Se calculó utilizando la propuesta de Arévalo *et al.* (2014), en donde se estimó el valor porcentual de materia orgánica del suelo con base en el color del primer horizonte de suelo (Cuadro 8). El factor (a) es para el cálculo de K (Ecuación 4).

Cuadro 8. Porcentaje de materia orgánica inferido del color del suelo.

<b>Color</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>
Negro, pardo muy oscuro	> 3.0
Pardo, pardos grisáceos, grises oscuros y muy oscuros	2.5
Todos los demás	< 2.0

Fuente: Arévalo *et al.* 2014

**Cálculo del número correspondiente a la estructura del suelo (b).** Permite asignar un valor numérico a la estructura del primer horizonte de suelo de cada perfil (Cuadro 9). El factor (b) es utilizado en la (Ecuación 2).

Cuadro 9. Valor del factor (b) según la estructura del suelo para la ecuación de erodabilidad.

<b>Estructura del suelo</b>	<b>Valor (b)</b>
Granular muy fino	1
Granular fino	2
Granular medio o grueso	3
Bloques, laminar y masivo	4

Fuente: Wishmeier y Smith 1978

**Cálculo de la clase de permeabilidad del perfil de suelo (c)** Para la estimación de la conductividad hidráulica se utilizó la textura y estructura de cada horizonte (Landon 1991), (Cuadros 10 y 11).

Cuadro 10. Permeabilidad (c) de los suelos determinadas en función de la textura y la estructura.

<b>Textura</b>	<b>Estructura</b>	<b>Indicador de conductividad hidráulica, K (cm/h<sup>-1</sup>) Rango</b>	<b>K (cm/h<sup>-1</sup>) Promedio</b>	<b>Valores para la ecuación de erosión (c)</b>
Arena gruesa, grava	Grano simple	>50	25.0	1
Arena media	Grano simple	25-50	37.5	1
Arena franca, arena fina	Migajoso medio, granular	12-25	18.5	1
Franco arenoso fino, franco arenoso	Gruesa, subangular, bloques y granular, migajoso fino	6-12	9.0	2
Franco arcilloso, limo, franco limoso, franco arenoso muy fino, franco Arcilloso, arcillo limoso, arcillo arenoso, franco arcillo limoso, franco arcilloso, franco limoso, limoso, franco arcillo arenoso	Prismática media y bloques subangulares	2-6	4.0	3
Arcilloso, franco arcilloso, franco arcillo limoso, franco arcilloso, franco limoso, limoso, franco arcillo arenoso	Fina y prismática media, angular, bloques, laminar	0.5-2	1.25	4
Arcilloso, franco arcilloso, franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso	Muy fino o prismática fina, bloques angulares, laminar	0.25-0.5	0.38	5
arcilloso, arcilla pesada	Masiva columnar, muy fina o fina	<0.25	0.13	5

Fuente: Landon 1991, adaptado por los autores.

Cuadro 11. Valores utilizados en la ecuación de erosión del suelo, para las velocidades de conductividad hidráulica.

Velocidades de permeabilidad del suelo	Valores (c) para la ecuación
Muy lenta (<0.12cm/h)	6
Lenta (0.12-0.5 cm/h)	5
Moderadamente lenta (0.5-2 cm/h)	4
Mediana (2-6.2 cm/h)	3
Moderadamente rápida (6.2-12.5 cm/h)	2
Rápida (>12.5 cm/h)	1

Fuente: UNED 2000

**Cálculo de longitud por gradiente (LS).** Para calcular el factor LS se utilizó el mapa de pendiente y el nomograma. Luego de conocer el porcentaje de pendiente se procedió a relacionar con el nomograma la pendiente (Figura 2) y la longitud para obtener el factor topográfico LS.

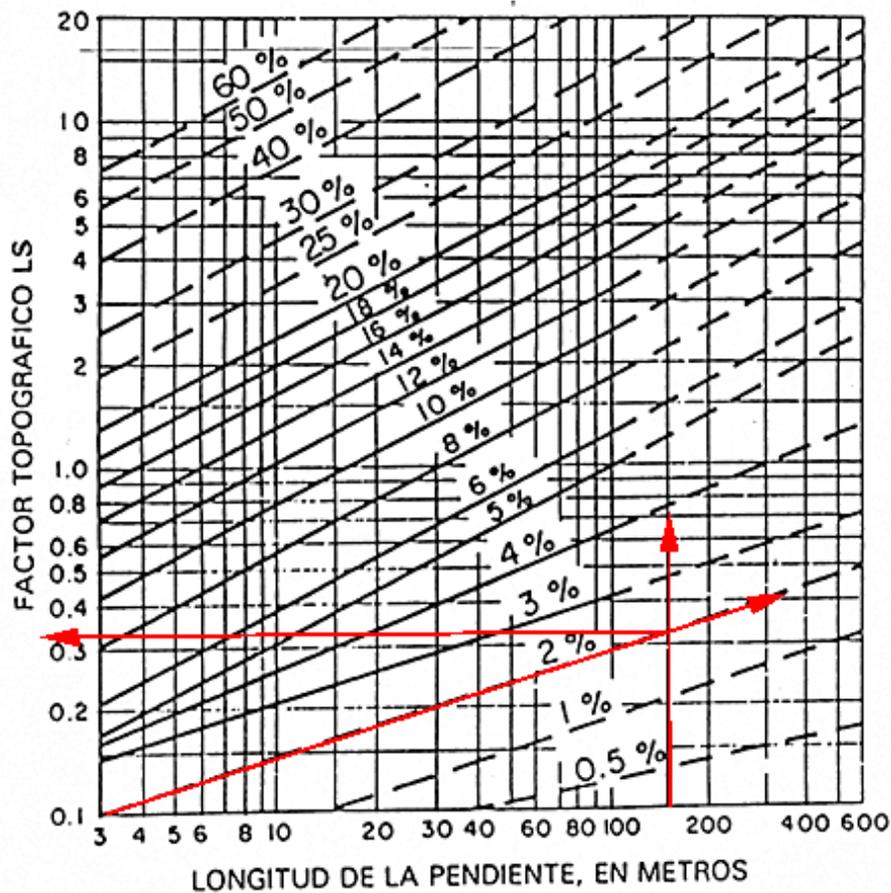


Figura 2. Nomograma para el cálculo del factor LS de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo USLE. Fuente: Wischmeier y Smith 1978

**Valoración de cobertura.** Por ser zonas de vocación forestal estos suelos poseen gran porcentaje de cobertura por lo que se utilizaron valores, según la cobertura del terreno (Cuadro 12). La cobertura de árboles fue una estimación visual a partir de una imagen satelital descargada de Google Earth Pro®.

Cuadro 12. Valor del factor (c) según el porcentaje de cobertura del sitio para la Ecuación de Pérdida de Suelo USLE.

<b>Cobertura de árboles y sotobosque (%) *</b>	<b>Cobertura de hojarasca (%)</b>	<b>Factor C</b>
100-75	100-90	0.0001 - 0.001
70-45	85-75	0.002 - 0.004
40-20	70-40	0.003 - 0.009

Fuente: Wishmeier y Smith 1978

\*La cobertura de árboles fue una estimación visual a partir de una imagen satelital determinado en campo por apreciación visual.

**Valoración de prácticas de conservación.** Para el establecimiento de los valores de P se utilizó el cuadro 13.

Cuadro 13. Valor en la ecuación de las prácticas de conservación.

<b>Prácticas de conservación</b>	<b>Valor para la ecuación</b>
Barreras vivas	0.5
Zanjas en laderas	0.8 - 0.9
Sin conservación	1

Fuente: Adaptado por los autores, de los cuadros 13 a 15 del manual USLE, Wishmeier y Smith 1978.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Usos de la tierra.** El uso de la tierra en el área de estudio es netamente forestal, con variedad de especies arbóreas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Uso actual de los suelos de dos zonas de vocación forestal de la E.A.P., Zamorano, Honduras.

Terrenos	Uso actual	Área (ha)
Santa Inés	Pino ( <i>Pinus caribea</i> )	814.91
Llanos de Ocotal	Pino ( <i>Pinus caribea</i> )	3.55
Florencia	Caoba ( <i>Khaya senegalensis</i> )	0.71
Burro Bajo	Caoba ( <i>Switenia humilis</i> )	4.27
Zona 1	Pino( <i>Pinus oocarpa</i> )	10.18
CADECA	Melina ( <i>Gmelia arbórea</i> ) Pino ( <i>Pinus oocarpa</i> )	6.02

**Pendiente.** Cada terreno de estudio fue clasificado por rango de pendiente. En la zona alta predominaron las pendientes entre 25 - 50%. En la zona baja predominaron las pendientes de 0 – 7 % (Cuadro 15).

Cuadro 15. Área (ha) por tipo de pendiente en dos zonas de vocación forestal de la E.A.P., Honduras.

Terreno	Área(ha) según el (%) de pendiente							Área(ha)
	0 - 3	3 - 7	7 - 12	12 - 25	25 - 50	50 - 100	> 100	
Santa Inés	93.10		11.60	154.20	424.10	127.7	4.2	814.10
El Burro Bajo		4.22			0.02			4.22
Florencia A	0.01	0.36						0.37
Florencia B		0.34						0.34
CADECA 1	0.21		1.28	0.02				1.51
CADECA 2	0.14	0.62	1.35	2.40				4.51
Zona 1	10.18							10.18
Los Llanos	0.06	1.07	2.42					3.55
Total	103.70	6.61	16.65	156.62	424.12	127.7	4.2	838.78

### Propiedades morfológicas y físicas del suelo

En la zona alta y la zona baja se presentan estructuras de bloques subangulares de tamaño de medianos a fino de grado débil a moderado, esta condición no restringe crecimiento radicular, sin embargo estos suelos presentan condiciones de alta pedregosidad asociándose también el tipo de pendiente que puede limitar el crecimiento. Predominan aquellos suelos que presentan consistencia en húmedo friable y en seco ligeramente dura. Los suelos estudiados presentan poros de todos los tamaños de forma tubulares. Esto como consecuencia del crecimiento radicular de los bosques y vegetación que se encuentra en crecimiento.

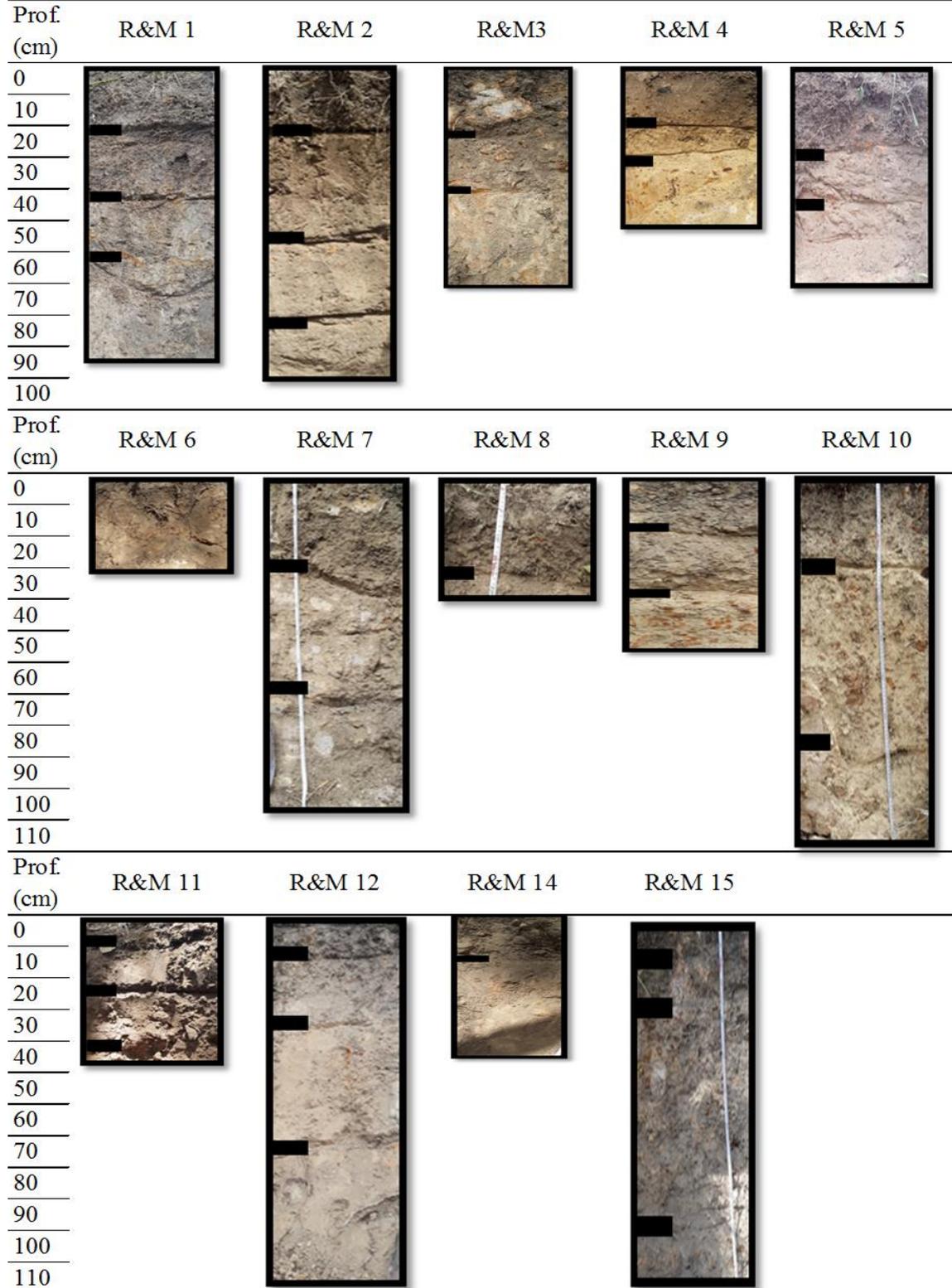
**Zona alta.** En general en los primeros 30 cm del perfil de suelo los colores predominantes fueron 10YR 2/1, 10YR 3/1, 10YR 3/2 y 10YR 4/2 denominados pardos muy oscuros a pardos oscuros. El tipo de color de estos horizontes está asociado principalmente por la presencia de materia orgánica y descomposición natural provenientes de la vegetación. De los 30 a 60 cm los colores predominantes en Santa Inés fueron 5Y 4/3 y 5Y 7/4 las cuales son coloraciones más claras que denota coloración heredada del material parental. Predominan las texturas Francas arenosas en los primeros 60 cm de los suelos seguidos por estratos rocosos. De manera específica la zona alta fue clasificada según tres tipos de pendientes y sus respectivas características predominantes (Cuadro 16 y Figura 3), información detallada (Cuadro 18).

Cuadro 16. Descripción de las características predominantes en el primer horizonte de suelos de vocación forestal según pendiente de la zona alta (Santa Inés) E.A.P. Zamorano, Honduras.

Pendiente (%)	Color	Prof. Efectiva (cm)	Textura	Estructura	R.P. (kg.cm <sup>-2</sup> )	
25-35	pgmo	30-50	F	bsa	1->4.5	
	pgmo	65-98	AF	bsa	0.5->4.5	
		102-142	FArA	g		
40-45	pmo	48-100	FA	bsa	0.4	
	gmo			FArA		g
	gmo					
50	pgmo	45-90	FA	g	0.2-0.5	

Simbología: Prof.; profundidad, R.P.; resistencia a la penetración. Color: pgmo; pardo grisáceo muy oscuro, pmo; pardo muy oscuro, gmo; gris muy oscuro. Textura: F; franco, FA; arena franca, FArA; franco arcillo arenoso, FA; franco arenoso. Estructura: bsa; bloque subangular, g; granular.

Figura 3. Imágenes de suelos característicos de la zona alta (Santa Inés) E.A.P. Zamorano, Honduras.



R&M: Descriptores Rodríguez Hernández y Mora Oviedo 2014.  
 1-15: Número de calicata.

**Zona baja.** En general en los primeros 30 cm del perfil de suelo los colores predominantes fueron 10YR 3/1 y 10YR 3/2. Estos colores están asociados a las condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad, el croma uno indica condiciones de mal drenaje . De los 30 a 60 cm los colores predominantes 7.5 YR 2.5/1, 10YR 3/6, 7.5YR 2.5/3. Estos colores están asociados a las condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad. Predominan las texturas medias (francas), (Cuadro 17 y Figura 4), la información detallada de cada calicata en el primer horizonte se presenta en el (Cuadro 19).

Cuadro 17. Descripción de las características predominantes de suelos de vocación forestal según pendiente de la zona baja E.A.P. Zamorano, Honduras.

<b>Terrenos</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Color</b>	<b>Prof. Efectiva</b>	<b>Textura</b>	<b>Estructura</b>	<b>R.P. kg.cm<sup>-2</sup></b>
Burro	0 - 7	gmo	44	F	bsa	> 4.50
Llanos de Ocotal	10	p	42	F	g	0
Florencia	< 3	nr,p	52 - 73	F	bsa	>4.50
Zona 1	< 10	ap,pmo	40 - 51	F	g	2.05->4.50
CADECA	< 10	npmo	40	F, FA	m, g	1.55->4.50

Simbología: Prof.; profundidad, R.P.; resistencia a la penetración. Color: gmo; gris muy oscuro, p; pardo, nr; negro rojizo, ap; amarillo pardo, pmo; pardo muy oscuro, npmo; negro pardo muy oscuro. Textura: F; franco, FA; franco arenoso. Estructura: bsa; bloque subangular, g; granular, m; migajosa.

Las zonas bajas estudiadas presentan pendientes menores a 25 % permitiendo un mejor manejo y establecimiento de prácticas de conservación de suelos. Por otro lado las zona de Santa Inés presenta pendientes mayores a 50 % por lo cual se dificulta el establecimiento de prácticas de conservación.

Figura 4. Imágenes de suelos característicos de la zona baja E.A.P. Zamorano, Honduras.

Prof. (cm)	R&M 16 Burro Bajo	R&M 17 Llanos de Ocotal	R&M 18 Florencia	R&M 19 Florencia	R&M 20 Zona 1
0					
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					

---

Prof. (cm)	R&M 21 Zona 1	R&M 22 CADECA
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		

R&M: Descriptores Rodríguez Hernández y Mora Oviedo 2014.  
16-22: Número de calicata.

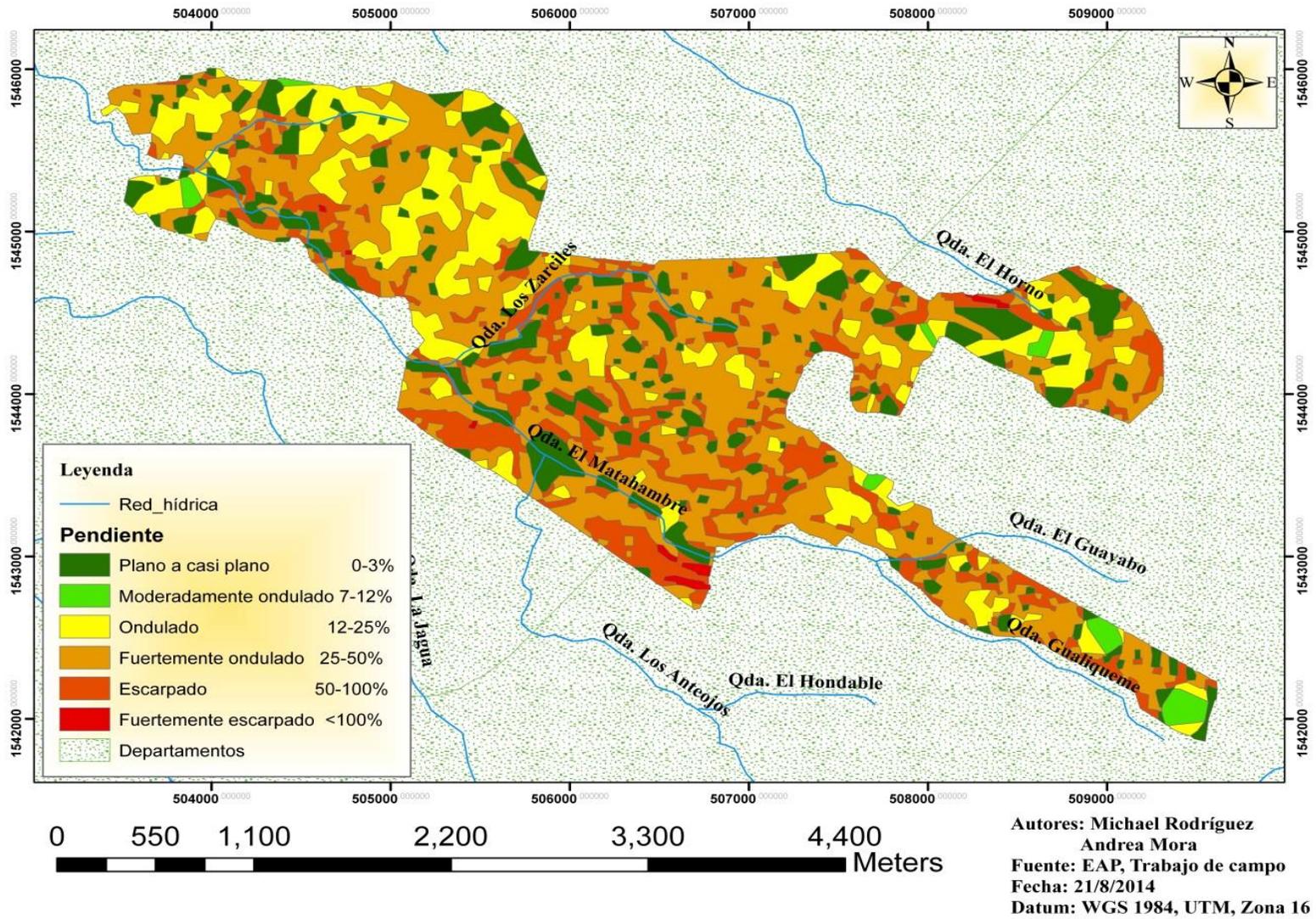


Figura 5. Mapa de pendientes del área de Santa Inés, Zamorano, Honduras.

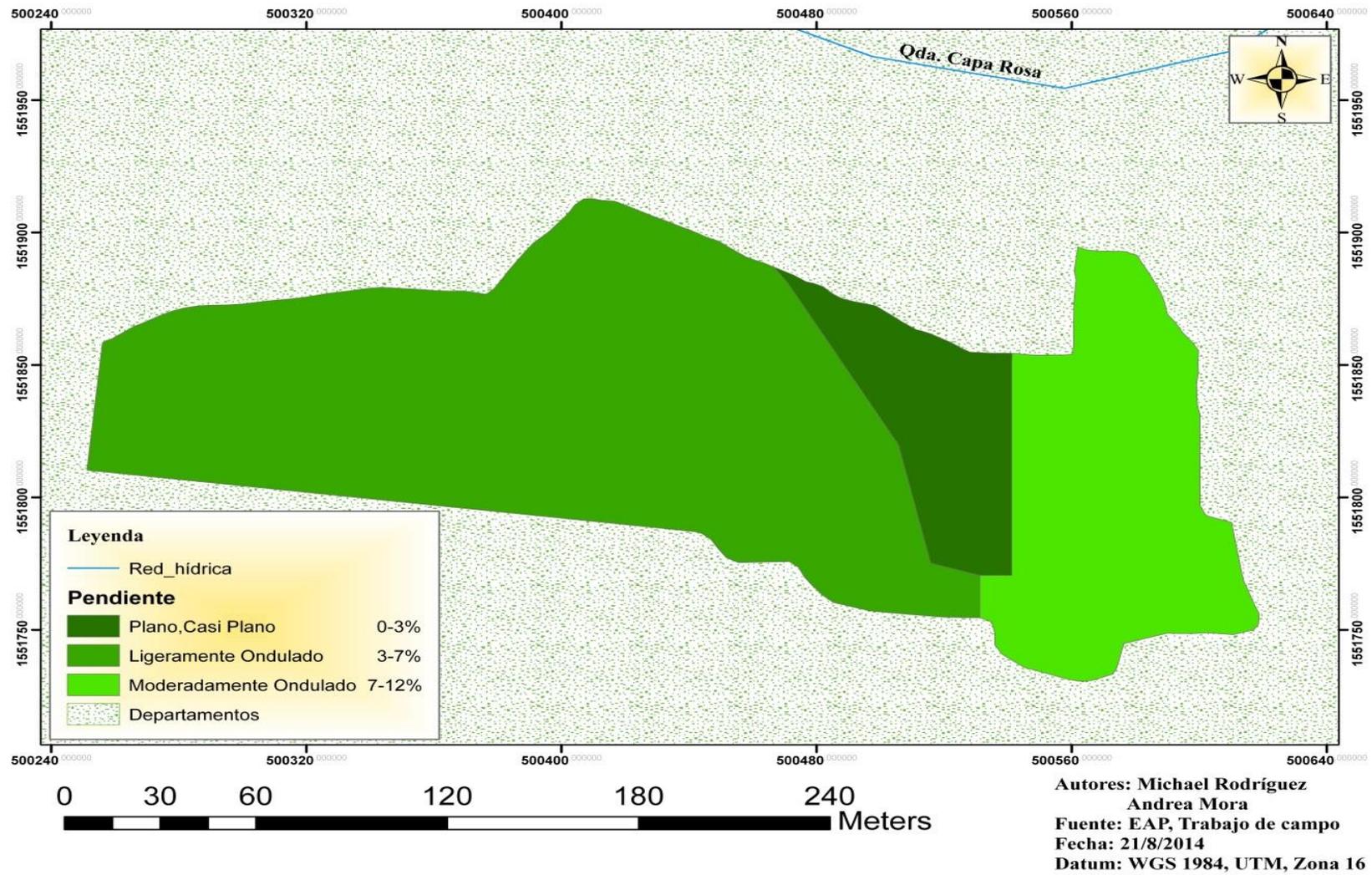


Figura 6. Mapa de pendientes del área de Los Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras.

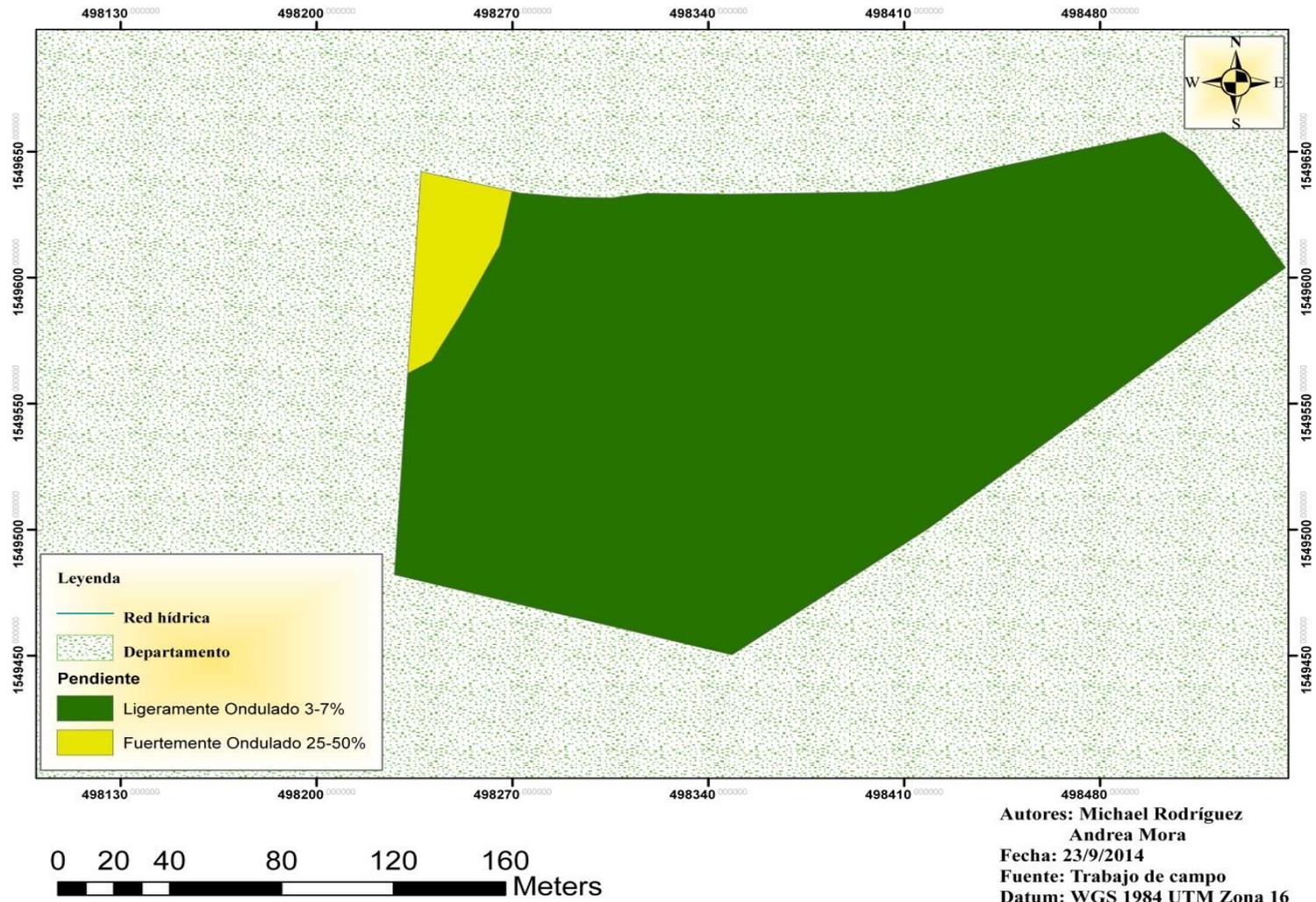


Figura 7. Mapa de pendientes del área El Burro Bajo, Zamorano, Honduras.

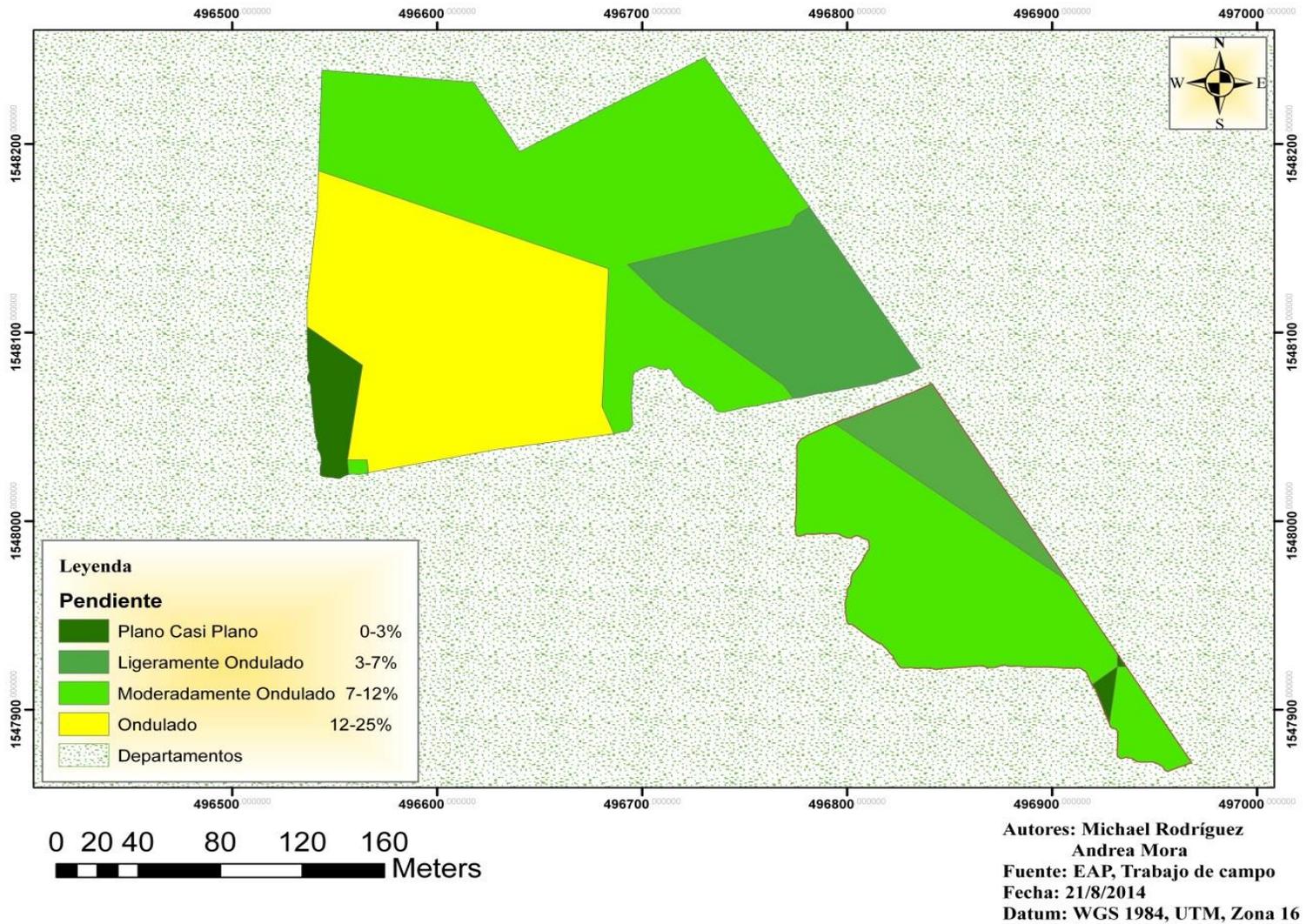


Figura 8. Mapa de pendientes del área de CADECA, Zamorano, Honduras.

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras.

N°	Perfil	Pend.(%)	H	Prof.(cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite		
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>2</sup>	T	N	
12	A&K	25	A	0	21	2.5YR 2.5/1	AF	g	-	-	s	lpg	m, g	t	m	m, f	m	0.5	p	g
			Bw	21	54	10YR 4/2	-	bsa	d	p,m	s	lpg	m	t, v	m	m, g	m	0.5	p	g
			C	54	142	7.5YR 4/7	-	bsa	m	p,m	s	p	-	-	-	m, f	p	1.5	-	-
13	A&K	25	Mu	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Ap	3	10	2.5YR 4/2	F	g	d	m, f	fr	np	tt	tc	md	m, f	-	-	-	-
			Bt	10	54	2.5Y 7/2	FA	ba	d	tt	fr	np	tt	vc	md	tt	-	-	-	-
			R	54	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	A&K	25	A	0	7	5YR 3/2	FAr	g	d	m, f	fr	p	f	tc	m	f	-	-	-	-
			Bt	7	28	7.5YR 4/6	F	g	d	m, f	fr	pp	f, m	vc	md	f, mf	-	-	-	-
			C	28	78	10YR 5/8	FArA	bsa	m	m, f	fr	pp	f	tc	m	tt	-	-	-	-
			R	78	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	A&K	25	A	0	13	5Y 3/1	F	g	d	m, f	fr	np	tt	vnc	m	f, mf	-	-	-	-
			Bt	13	50	2.5Y 4/2	FAr	bsa	d	tt	fr	p	tt	tc	m	tt	-	-	-	-
			C	50	80	5Y 6/4	FA	bsa	d	f, m	fr	p	tt	tc	m	tt	-	-	-	-
1	A&K	25	A	0	22	10YR 2/1	AF	g	m	g	f	npg	m, g	t	a	t	p	0.7	g	g
			A/C	22	50	10YR 3/1	AF	g	-	-	mf	npg	m, g	t	f	t	p	1.0	p	g
			C	50	100	10YR 7/2	A	g	-	-	s	npg	m, g	t	a	gm	p	0.5	o	d
			R	100	136	10YR 7/2	A	s	-	-	s	npg	a	-	-	a	p	>4.5	-	-

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend.(%)	H	Prof.(cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite		
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>-2</sup>	T	N	
1	CCS	25	A	0	27	2.5 Y 4/6	FArL	bsa	m	m/f	f	lpg	f/m	t	f	f	m	3.5	-	-
			B	27	50	2.5 Y 4/6	FArL	bsa	d	m/f	f	lpg	f/m	t	f	m/f	m	>4.5	-	-
			C <sub>1</sub>	50	81	2.5Y 5/4	FA	bsa	d	m/f	mf	npg	f	t	f	mf	p	>4.5	-	-
			C <sub>2</sub>	81	107x	2.5Y 5/4	FA	bsa	m	m/f	mf	npg	mf/f	t	p	mf	p	>4.5	-	-
2	CCS	25	A	0	18	2.5YR 3/1	FArA	bsa	d	m/f	f	lpg	f	t	p	f	p	2.0	-	-
			B	18	27	2.5Y 3/3	FA	bsa	d	m/f	f	lpg	f	t	p	f	p	2.5	-	-
			C	27	67	2.5Y 5/4	FA	bsa	d	m/f	f	pg	f	t	p	mf	p	>4.5	-	-
			C	67	102x	2.5YR 5/4	FAr	bsa	m	m/f	mf	pg	f	t	p	a	a	>4.5	-	-
1	R&M	25	A	0	20	10YR 4/1	AF	mi	d	m/g	f	npg	t	t	m	mf/f	f	0.6	p	a
			B <sub>w</sub>	20	40	10YR 4/4	FA	bsa	d	m	f	npg	t	v	f	f	p	1.0	p	a
			C <sub>1</sub>	40	60	10YR 5/2	FA	ba	m	mg	fi	npg	m	v	p	-	a	2.5	i	a
			C <sub>2</sub>	60	90x	2.5Y 3/1	A	mi	f	-	mfi	npg	mf	v	p	-	a	>4.5	-	-
2	R&M	25	A	0	17	10YR 3/2	FA	bsa	m/f	d	f	-	m	t	m	tg	m	1.2	p	a
			B <sub>w</sub>	17	51	10YR 4/3	FA	ba	m/f	d	f	-	-	t	m	g	p	2.3	p	a
			C <sub>1</sub>	51	77	10YR 4/2	A	ba	d	g	f	-	f/m	t	m	mf	p	>4.5	p	a
			C <sub>2</sub>	77	96x	10YR 5/2	A	ba	m	m/g	f	-	t	v	p	-	a	>4.5	-	-

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend.(%)	H	Prof.(cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite		
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>-2</sup>	T	N	
3	R&M	30	A	0	27	10YR 4/2	Gg	bsa	f	g	f	lpg	m/f	t	f	f/m	p	>4.5	i	d
			C <sub>1</sub>	27	44	10YR 5/4	Gg	bsa	f	m/f	f	npg	f	t/v	p	f	p	>4.5	r	d
			C <sub>2</sub>	44	65	10YR 7/3	Gg	mi	d	f	s	npg	t	t/v	m	f	p	>4.5	r	d
			R	65	X															
4	R&M	30	A	0	15	10YR 3/1	F	bsa	d	m/f	f	lpg	m/g	t	p	tg	f	1.1	p	a
			C <sub>1</sub>	15	23	10YR 5/6	F	ba	m	m	f	lpg	m/g	t	p	tg	f	2.5	p	a
			C <sub>2</sub>	23	44	10YR 5/8	FL	m	f	-	f	npg	mf	t	m	-	-	>4.5	i	a
			R	44	X			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	R&M	30	A	0	28	10YR 3/2	F	g	-	-	f	-	t	t	m	m/f	f	1.5	p	a
			C <sub>1</sub>	28	40	10YR 5/4	F	ba	d	m/g	fi	-	t	t		g/f	p	>4.5	i	d
			C <sub>2</sub>	40	X	7.5YR 6/6	Gg	ba	d	-	mfi	-	t	t	f	-	a	>4.5	-	-
6	R&M	30	C <sub>1</sub>	0	28	10YR 4/2	F	g	-	-	-	-	-	-	-	g	p	>4.5	-	-
			Cr	28	96x	10YR 4/4	F													
7	R&M	30	A	0	23	10YR 5/3	FL	bsa	d	p/m	f	npg	t	v	f	m	p	>4.5	p	a
			C <sub>1</sub>	23	73	10YR 6/6	FL	bsa	d	p/m	f	npg	m	v/t	f	-	-	>4.5	i	d
			C <sub>2</sub>	73	98x	10YR 7/6	FL	bsa	d	p/m	f	npg	t	v/t	p	p	f	>4.5	i	d
8	R&M	30	A	0	17	10YR 4/3	F	ba	m	m	f	npg	f	t	f	tg	f	>4.5	p	a
			B <sub>w</sub>	17	30	10YR 6/4	FL	mi	m	m	f	npg	f	t	f	f	p	>4.5	p	a

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend.(%)	H	Prof.(cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite		
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>-2</sup>	T	N	
9	R&M	30	A	0	17	10YR 5/2	F	bsa	f	m/g	f	npg	g/m	v	f	f	p	>4.5	p	a
			C <sub>1</sub>	17	30	10YR 6/3	FL	bsa	m	m/g	f	npg	m/g	t	f	tg	f	>4.5	o	g
			C <sub>2</sub>	30	45x	2.5YR 6/3	FL	bsa	-	p/m	f	npg	m	v	p	-	a	>4.5	i	g
10	R&M	30	A	0	38	10YR 3/4	FL	ba	m	m/p	f	npg	t	t	m	p/m	f	>4.5	r	d
			Bw <sub>1</sub>	38	83	10YR 5/3	FL	bsa	m	m/g	f	npg	f	t	f	m/f	p	>4.5	r	d
			Bw <sub>2</sub>	83	110	10YR 4/2	FL	bsa	m	m	f	npg	f	t	p	f	p	-	-	-
			R	110	X	5YR 7/2														
11	R&M	30	A	0	14	10YR 3/2	F	g	-	-	-	-	t	t	f	m/f	-	2.3	r	a
			Cr	14	36x	10YR 3/4	Gg											>4.5	-	-
12	R&M	30	B <sub>1</sub>	0	15	10YR 4/2	F	g	m	m	f	-	m/f	t	f	m/f	f	>4.5	p	a
			B <sub>2</sub>	15	47	10YR 6/4	F	bsa	f	m/f	-	-	mf	v	p	f	p	>4.5	p	a
			C <sub>1</sub>	47	95	5YR 5/8	Gg	la	f	-	-	-	mf	t	p	m	p	>4.5	p	a
			C <sub>2</sub>	95	110x	10YR 5/4	Gg	la	f	-	-	-	mf	t	p	-	a	>4.5	-	-
10	A&K	30	A	0	13	10YR 2.5/1	AF	g	-	-	s	lpg	f	t, v	f	t	m	0.5	p	d
			Bw <sub>1</sub>	13	31	7.5YR 3/2	-	bsa	d	f, m	s	lpg	f	t, b	f	f	m	1.5	p	d
			Bw <sub>2</sub>	31	50	5Y 5/3	-	bsa	d	f, m	s	pg	f	t	p	f	f	1.0	p	a
			C	50	82x	2.5Y 6/6	-	bsa	f	f, m	s	npg	-	-	-	-	-	4.5	-	-

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend.(%)	H	Prof.(cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite			
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>-2</sup>	T	N		
11	A&K	30	A	0	23	5YR 3/2	AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Bw <sub>1</sub>	23	57	10YR 4/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Bw <sub>2</sub>	57	77	11YR 6/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			C	77	90	12YR 6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	A&K	30	A	0	13	5Y 3/1	F	g	d	m, f	fr	np	tt	vnc	m	f, mf	-	-	-	-	
			Bt	13	50	2.5Y 4/2	FAr	bsa	d	tt	fr	p	tt	tc	m	tt	-	-	-	-	-
			C	50	80	5Y 6/4	FA	bsa	d	f,m	fr	p	tt	tc	m	tt	-	-	-	-	-
14	R&M	30	A	0	13	10YR 2/1	F	g	d	-	f	-	t	t	f	-	f	2.0	p	a	
			Bt	13	30	10YR 3/2	F	bsa	d	f	f	-	f	t	f	p	f	>4.5	p	a	
			R	30	37x													>4.5	-	-	
15	R&M	30	A	0	23	10YR 4/2	F	bsa	m	m/f	fi	-	m/f	t	p	m/f	f	>4.5	r	a	
			C	23	105	10YR 5/3	F	ba	f	mg	fi	-	p	t	-	m	p	>4.5	-	-	
			R	105	X	10YR 5/8															
18	A&K	30	A	0	21	2.5Y 4/2	F	bsa	d	f,m	fr	p	tt	tc	m	g,f	-	-	-	-	
			Bt	21	40	5Y 7/4	FAr	bsa	d	f,m	fr	p	tt	tc	p	f	-	-	-	-	-
			R	40	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	A&K	30	A	0	10	10YR 2/1	FAr	g	d	f,m	fr	np	f	tnc	md	mf	-	-	-	-	
			B <sub>w</sub>	10	30	7.5YR 5/2	FA	bsa	d	f,m	mfr	np	f	tc	m	f	-	-	-	-	-

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend. (%)	H	Prof.(cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite		
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>-2</sup>	T	N	
20	A&K	30	A	0	10	10YR 4/3	FAr	bsa	d	f	fr	np	f, mf	tc	m	m, f	-	-	-	-
			E	10	52	5YR 4/6	A	bsa	md	f	fr	np	f, mf	tc	m	f, mf	-	-	-	-
			Bt1	52	70	2.5Y 6/2	FA	bsa	d	f, m	fr	np	f, mf	tc	m	g, mf	-	-	-	-
			Bt2	70	110	2.5YR 7/4	A	bsa	d	m	fr	pp	f, m	vnc	md	f, mf	-	-	-	-
21	A&K	30	A	0	24	10YR 2/1	F	g	d	f	mfr	np	f, m	tc	m	tt	-	-	-	-
			A2	24	36	10YR 3/2	FA	bsa	md	m	mfr	np	tt	tc	m	tt	-	-	-	-
			Bw	36	83	5YR 4/4	F	bsa	md	m	mfr	np	f, mf	tc	m	tt	-	-	-	-
27	A&K	30	A	0	15	2.5YR 2.5/4	F	bsa	d	f, m	mf	np	f	tc	md	f, mf	-	-	-	-
			AB	15	29	2.5Y 5/4	FA	bsa	d	f, m	mf	p	f	tc	md	tt	-	-	-	-
			Bt <sub>1</sub>	29	51	5Y 6/4	A	bsa	md	f, m	mf	np	f	tc	m	m, f	-	-	-	-
			Bt <sub>2</sub>	51	100	5Y 5/4	FAr	ba	f	f, m	f	p	f	tc	m	f	-	-	-	-
28	A&K	30	A	0	18	10YR 3/1	FA	bsa	m	f, m	f	np	tt	tc	m	t	-	-	-	-
			AB	18	44	5YR 3/2	FA	bsa	m	f, m	f	np	tt	tnc	m	tt	-	-	-	-
			Bt	44	74	2.5YR 4/4	A	bsa	m	f, m	f	np	tt	tc	m	m	-	-	-	-
			C	74	97x	10YR 3/6	FAr	ba	f	f, m	f	p	tt	vnc	m	f	-	-	-	-

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend.(%)	H	Prof.(cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite			
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>-2</sup>	T	N		
4	A&K	30	A	0	20	10YR 3/1	FArA	g	d	f	s	npg	t	t	f	m,f	f	0.4	o	g	
			C <sub>1</sub>	20	32	10YR 3/3	ArA	g	m	m	s	npg	g,t	t	p,f	g,f	f	1.2	o	g	
			C <sub>2</sub>	32	56	10YR 7/8	FArA	b	d	f	f	npg	g,t	t	m	m,f	p	1.3	p	a	
			C <sub>3</sub>	56	90	10YR 8/8	FA	g	m	m	f	lpg	f	t	p	f	f	0.9	o	d	
			Cr	90	100x	2.5YR 7/4	FA	bsa	f	g	mf	npg	m,f	t	m	a	-	2.0	-	-	
5	A&K	35	A	0	10	10YR 4/1	FArA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			A/C	10	34	10YR 5/1	FA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			C <sub>1</sub>	34	69	10YR 8/1	FA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			C <sub>2</sub>	69	105x	2.5YR 8/2	FA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	CCS	35	A	0	23	10YR 2/1	FArL	bsa	m	m/f	fi	lpg	mf	t	f	mf	p	1.5	-	-	
			B	23	49	10YR 3/1	FArL	bsa	m	m/g	f	pg	mf	t	p	a	a	4.5	-	-	
			A	49	69	10YR 3/1	FA	bsa	f	m/g	fi	pg	f	t	f	f	p	4.0	-	-	
			C	69	102x	10YR 5/2	FArA	a	f	g	f	npg	f/m	t	p	a	a	4.0	-	-	
4	CCS	35	A	0	26	5YR 3/1	FAr	bsa	d	m/f	f	pg	f	t	p	mf	p	2.0	-	-	
			R	26	30	R	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	CCS	40	A	0	20	10YR 3/1	FArA	bsa	m	m/f	f	lpg	f	t	f	g/f	p	>4.5	-	-	
			B <sub>w</sub>	20	43	10YR 3/4	FArA	bsa	d	m/g	f	lpg	m	t	p	m	p	4.5	-	-	
			C	43	68	10YR 4/3	FA	bsa	d	tt	f	npg	f	t	f	f/mf	p	>4.5	-	-	
			C	68	102x	10YR 10/3	ArA	bsa	d	f	f	lpg	mf	t	f	-	-	>4.5	-	-	

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend.(%)	H	Prof.(cm)		Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite	
								T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>-2</sup>	T	N
6	CCS	40	A	0	35	10YR 4/1	FArA	bsa	m	m/g	fi	lpg	mf	t	p	mf	m	3.5	-	-
			B <sub>w</sub>	35	89	10YR 4/2	FArA	bsa	m	m/g	mf	lpg	m/f	t	f	m/f	f	4.0	-	-
			C	89	128x	10YR 4/6	FArA	bsa	d	f	mf	lpg	m/f	t	f	m/g	m	1.5	-	-
7	CCS	40	A	0	16	10YR 4/1	FAr	bsa	m	m	f	lpg	g	t	f	m/g	m	>4.5	-	-
			B <sub>w</sub>	16	54	10YR 6/3	Ar	bsa	m	m/g	f	pg	g	t	f	m/g	m	>4.5	-	-
			A	54	110x	10YR 7/2	ArL	bsa	m	m/g	f	pg	f	t	p	f	p	>4.5	-	-
6	A&K	40	A	0	14	10YR 3/1	FA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			C <sub>1</sub>	14	53	2.5YR 6/4	FA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			C <sub>2</sub>	53	90	2.5YR 6/3	FA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	A&K	40	A	0	20	10YR 2/2	FA	-	-	-	f	npg	-	-	-	-	-	-	p	a
			C <sub>1</sub>	20	39	10YR 6/6	FA	-	-	-	s	npg	-	-	-	-	-	-	p	a
			C <sub>2</sub>	39	48	2.5YR 7/3	AF	-	-	-	s	npg	-	-	-	-	-	-	-	-
17	A&K	40	A	0	12	2.5YR 3/4	F	g	d	f	fr	np	f	tc	m	f,m	-	-	-	-
			B <sub>w</sub>	12	21	5YR 4/6	FA	g	md	f	fr	np	tt	tc	m	f,mf	-	-	-	-
			C	21	80	7.5YR 4/6	FA	bsa	d	f, m	fr	p	f	tc	md	tt	-	-	-	-

Cuadro 18. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona alta, Santa Inés, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	Pend. (%)	H	Prof. (cm)	Color	Text.	Estructura			Consist.		Poros			Raíces		R.P.	Límite	
							T	G	C	H	Pg	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>2</sup>	T	N
3	A&K	45	A	0 10	10YR 3/1	FA	g	d	f	s	npg	g	t	m	g,m	a	0.5	o	g
			A/Ck	10 50	10YR 5/2	FARa	s	d	f	s	npg	g,f	t	f,m	g	a	0.7	o	g
			Ctr	50 86	10YR 6/6	FARa	bsa	m	g	f	npg	g	t	m	g	a	0.4	i	g
			2C	86 90	10YR 7/4	FARa	bsa	d	m	fm	npg	g,f	t	f,m	g,f	f	0.6	-	-
7	A&K	50	A	0 26	10YR 3/2	FA	g	d	f	f	npg	g,m	t	m	t	f	0.2	o	p
			C1	26 45	2.5Y 7/4	FA	g	d	f	f	npg	g,m	t	m	t	f	0.3	o	p
8	A&K	50	A <sub>1</sub>	0 15	10YR 3/3	A	-	-	-	f	npg	-	-	-	-	-	-	-	-
			A <sub>2</sub>	15 65	2.5YR 3/3	A	-	-	-	f	npg	-	-	-	-	-	-	-	-
9	A&K	50	A	0 9	10YR 3/2	-	bsa	d	f	f	npg	-	-	-	-	-	1	-	-
			C	9 32	10YR 3/2	-	bsa	m	f	f	npg	m	t	f	m,f	a	3.3	p	g
			R	32 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Símbolos: H: horizonte. Prof: profundidad. Text: textura a F: franco, FA: franco arenoso, FAR: franco arcilloso, FARa: franco arcillo arenoso, AF: arena franca, Ar: arcilloso, FARL: franco arcillo limoso, ArL: arcillo limoso. Estructura: T: tipo: g: granular, bsa: bloques subangulares, ba: bloques angulares, ma: masiva. Estructura: G: grado: d: débil, m: moderado, f: fuerte. Estructura: C: clase: tt: todos tamaños, mf: muy finos, f: finos, m: medianos, g: gruesos, mg: muy gruesos. Consistencia: S: Seco. Consistencia: H: húmedo: mfr: muy friable, fr: friable, f: firme, mf: muy firme. Peg: pegajosidad en mojado: np: no pegajoso, lp: ligeramente pegajoso, p: pegajoso, mp: muy pegajoso. Plast: plasticidad en mojado: npl: no plástico, lpl: ligeramente plástico, pl: plástico. Poros: Tamaños: tt: todos tamaños, mf: muy finos, f: finos, m: medianos, g: gruesos. Poros: F: forma: tnc: tubular no conectada, tc : tubular conectado, vc: vesicular conectada. Poros: C: cantidad: p: pocos, m: muchos, md: moderados. Raíces: T: tamaño: f: finas, mf: muy finas, m: medias, g: gruesas, mg: muy gruesas, tt: todos tamaños. Raíces: C: cantidad: m: muchas, p: pocas, md: moderadas. Límite: T: topografía: p: plano, i: irregular, o: ondulado. Límite: N: nitidez: c: claro, d: difuso, a: abrupto, g: gradual. RP: resistencia penetración (kg/cm<sup>2</sup>).

Cuadro 19. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona baja, E.A.P Zamorano, Honduras.

N°	Perfil	H	Prof(cm)	Color	Text.	Estructura			Consistencia			Poros			Raíces		R.P.	Límite		
						T	G	C	H	Peg.	Plast.	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>2</sup>	T	N	
16	R&M	A	0	29	10YR 3/1	F	bsa	f	mg	f	lpg	lp	t	t/v	f	mf/f	p	>4.5	p	a
		Bw	29	44	10YR 2/2	F	m	f	mg	f	lpg	lp	t	t	-	m/g	f	>4.5	p	a
		R	44	X																
17	R&M	A	0	10	10YR 2/1	F	g	d	m/f	f	lpg	lp	f	t	p	m/f	f	0	i	a
		Bw	10	22	10YR 3/2	F	bsa	m	g/m	f	lpg	lp	g	t	p	f	p	>4.5	-	-
		R	22	42	10YR 3/6	Gg	bsa	f	mp/m	fi	lpg	lp	g	t	p	-	a	>4.5		
18	R&M	A <sub>1</sub>	1	14	2.5YR 2.5/1	F	bsa	m	g/m	f	lpg	lp	mf	t	f	m/p	m	>4.5	i	a
		A <sub>2</sub>	14	30	7.5YR 2.5/1	F	bsa	f	m	f	lpg	lp	mf/f	t	m	m	m	>4.5	-	-
		A <sub>3</sub>	30	44	7.5YR 2.5/1	F	bsa	m	m	f	lpg	lp	m/f	v/p	f	m/f	f	>4.5	-	-
		Bw	44	52x	7.5YR 2.5/1	F	m	f	-	mf	lpg	lp	m/f	v	p	-	a	>4.5	-	-
19	R&M	A	0	13	10YR 2/1	F	bsa	m	m/f	f	lpg	lp	f	t	f	mf/f	m	>4.5	p	a
		C <sub>1</sub>	13	34	10YR 2/1	F	ba	f	mg	fi	lpg	lp	m/g	f	p	mf/f	p	>4.5	p	a
		C <sub>2</sub>	34	52	10YR 3/1	F	ba	f	g	fi	lpg	lp	m/f	t	f	mf	p	>4.5	p	a
		C <sub>3</sub>	52	73	10YR 3/2	F	ba	f	g	fi	lpg	lp	mf	t	f	mf	p	>4.5	-	-
20	R&M	A	0	11	10YR 3/2	F	g	m	m/g	fi	lpg	lp	mf/f	m	m	m/f	m	>4.5	p	a
		C <sub>m</sub>	11	32	10YR 3/1	F	m	f	-	mf	lpg	lp	g	t	p	f	p	>4.5	p	a
		C	32	51x	10YR 4/3	FA	m		f	mf	lpg	lp	f	t	p	-	a	>4.5	-	-

Cuadro 19. Descripción de las características físicas y morfológicas de los suelos con vocación forestal de la zona baja, E.A.P Zamorano, Honduras (Continuación).

N°	Perfil	H	Prof(cm)		Color	Text.	Estructura			Consistencia			Poros			Raíces		R.P.	Límite	
							T	G	C	H	Peg.	Plast.	T	F	C	T	C	kg/cm <sup>2</sup>	T	N
21	R&M	A	0	6	10YR 2/2	F	g	d	m/f	f	lpg	lp	t	t	m	m/f	f	2.05	p	a
		A/B	6	30	10YR 2/1	F	ba	m	m/f	fi	lpg	lp	g	t	p	f	p	>4.5	p	d
		B	30	51x	10YR 3/2	FA	ba	d	m/f	fi	npg	lp	mf/f	t	p	f	p	>4.5	-	-
22	R&M		0	25	7.5YR 2.5/1		m	-	mf	f	npg	np	-	-	a	tg	m	>4.5	p	a
			25	40x	7.5YR 2.5/2		m	-	f	f	npg	np	-	-	a	m	m	>4.5	-	-

Símbolos: H: horizonte. Prof: profundidad. Text: textura a F: franco, FA: franco arenoso, FAr: franco arcilloso, FArA: franco arcillo arenoso, AF: arena franca, Ar: arcilloso, FArL: franco arcillo limoso, ArL: arcillo limoso. Estructura: T: tipo: g: granular, bsa: bloques subangulares, ba: bloques angulares, ma: masiva. Estructura: G: grado: d: débil, m: moderado, f: fuerte. Estructura: C: clase: tt: todos tamaños, mf: muy finos, f: finos, m: medianos, g: gruesos, mg: muy gruesos. Consistencia: S: Seco. Consistencia: H: húmedo: mfr: muy friable, fr: friable, f: firme, mf: muy firme. Peg: pegajosidad en mojado: np: no pegajoso, lp: ligeramente pegajoso, p: pegajoso, mp: muy pegajoso. Plast: plasticidad en mojado: npl: no plástico, lpl: ligeramente plástico, pl: plástico. Poros: Tamaños: tt: todos tamaños, mf: muy finos, f: finos, m: medianos, g: gruesos. Poros: F: forma: tnc: tubular no conectada, tc: tubular conectado, vc: vesicular conectada. Poros: C: cantidad: p: pocos, m: muchos, md: moderados. Raíces: T: tamaño: f: finas, mf: muy finas, m: medias, g: gruesas, mg: muy gruesas, tt: todos tamaños. Raíces: C: cantidad: m: muchas, p: pocas, md: moderadas. Límite: T: topografía: p: plano, i: irregular, o: ondulado. Límite: N: nitidez: c: claro, d: difuso, a: abrupto, g: gradual. RP: resistencia penetración (kg/cm<sup>2</sup>).

## **Propiedades químicas del suelo.**

**Materia orgánica.** En Santa Inés (parte alta) los suelos presentan niveles adecuados de materia orgánica (>2%). Los suelos de la parte baja presentan contenidos altos de M.O CADECA (4.25%), Llanos de Ocotál (5.07%), Zona 1(3.52%), Burro Bajo (2.47%).

Estos altos contenidos de materia orgánica se deben al tipo de ecosistema, al ser áreas forestales tienen mayor cantidad de descomposición de materiales vegetales y una mayor actividad de microorganismos.

**Reacción del suelo.** Los suelos de la parte alta (Santa Inés) poseen pH moderadamente ácidos (5.6-6.0) y ligeramente ácidos (6.1-6.5). Por otro lado los suelos de la parte baja (CADECA, Llanos de Ocotál, Florencia, Burro Bajo y Zona 1) poseen pH entre ligeramente ácido (6.1-6.5) y fuertemente ácido. Estos pH están asociados a la cantidad de materia orgánica presente en el suelo.

**Macronutrientes.** De manera general los suelos estudiados son deficientes en fósforo ya que el contenido se encuentra por debajo del rango normal de 13-30 mg/kg, sin embargo en las áreas de CADECA, Florencia y los Llanos de Ocotál presentan valores adecuados de fósforo. El contenido de potasio en los suelos de las áreas forestales estudiadas se encuentran en cantidades mayores a los requeridos (SK >5 %), estos suelos con altos contenidos de potasio están en Santa Inés, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotál. En las áreas de CADECA se pueden observar contenidos adecuados de potasio por saturación (SK 2-5 %). El contenido de calcio se encuentra en un rango medio a óptimo (SCa 50 – 75%) en la mayoría de terrenos de áreas de vocación forestal y únicamente ciertos lugares como Llanos de Ocotál el contenido de este elemento es alto por saturación (SCa >75%). Generalmente los suelos de las áreas estudiadas son deficientes en magnesio, aunque se pueden observar niveles medios (SMg 15 – 20%) de este elemento en Burro Bajo y Los Llanos de Ocotál (Cuadro 20).

Cuadro 20. Propiedades químicas de suelos de dos zonas de vocación forestal EAP, Zamorano Honduras, 2014.

Terreno (muestra)	pH	%					mg/Kg(extractable)					Cmol.kg <sup>-1</sup>				Saturación (%)			
		M.O	A	L	Ar	N	P	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg	Na	SK	SCa	SMg	PSI
Burro Bajo	5.36	2.47	26	36	38	0.12	13	291	848	112	24	0.70	4.20	0.90	0.11	12	70	16	1.8
CADECA	5.81	4.25	54	28	18	0.21	2	95	785	157	6	0.20	3.90	1.30	0.03	4	71	24	0.5
Florencia	5.49	4.51	28	42	30	0.23	3	285	1405	251	18	0.70	7.00	2.10	0.08	7	71	21	0.8
Llanos de Ocotal	5.75	5.07	48	28	24	0.25	3	175	1047	141	5	0.50	5.20	1.20	0.02	6	76	17	0.3
Santa Inés (1)	6.10	2.73	46	38	16	0.14	3	125	501	122	73	0.30	2.50	1.00	0.32	8	60	25	7.6
Santa Inés (2)	6.14	1.30	78	14	8	0.06	1	86	326	87	1	0.20	1.60	0.70	0.01	9	63	28	0.2
Santa Inés (3)	6.00	2.14	66	16	18	0.11	2	193	814	272	18	0.50	4.10	2.30	0.08	7	58	33	1.1
Zona 1	6.25	3.52	48	32	20	0.18	67	500	1899	143	8	1.30	9.50	1.20	0.04	11	79	10	0.3

Símbolos: SB: saturación de bases. SK: saturación de potasio. SCa: saturación de calcio. SMg: saturación de magnesio. PSI: saturación de sodio. M.O: materia orgánica, A: arena, L: limo, Ar: arcilla.

**Pérdida de suelo por erosión.** Para estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica se consideraron cuatro escenarios en los cuales se utilizó una precipitación máxima anual (1781 mm) año 1969 y una precipitación promedio anual (1092 mm) para calcular el factor R. Se consideró la pérdida con prácticas conservación de suelos y sin ellas, utilizando ambas precipitaciones para estimar el factor R. En la zona baja se estimó una pérdida actual por erosión entre 3-8 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>; una erosión media-alta. Los escenarios se muestran en los (Cuadros 21, 22, 24 y 25).

Cuadro 21. Erosión de suelo t.ha<sup>-1</sup> de las áreas de la zona baja de vocación forestal, con una erosividad de 210 MJ/mm.

Terreno	Pendiente (%)	K, Erodabilidad (t.ha <sup>-1</sup> )/(MJ.mm.h)	LS	Erosión (t.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )
Burro Bajo	3	0.42	2	8
Llanos de Ocotál	7	0.36	1	3
Florencia	3	0.41-0.42	1	4
Zona 1	3 - 7	0.35-0.38	1	3
CADECA	3 - 7	0.35-0.38	1	3

Cuadro 22. Erosión de suelo t.ha<sup>-1</sup> de las áreas de la zona baja de vocación forestal en estado actual, con una erosividad de 410 MJ/mm.

Terreno	Pendiente (%)	K, Erodabilidad (t.ha <sup>-1</sup> )/(MJ.mm.h)	LS	Erosión (t.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )
Burro Bajo	3	0.42	2	14
Llanos de Ocotál	7	0.36	1	6
Florencia	3	0.41-0.42	1	7
Zona 1	3 - 7	0.35-0.38	1	6
CADECA	3 - 7	0.35-0.38	1	6

Dada las condiciones del área se propone implementar prácticas de conservación de suelos como construcción de zanjas en laderas en pendientes entre 12% y 50 % y establecimiento de barreras vivas en pendientes de 0 % a 12 % (cuadro 23). Con la implementación de las prácticas de conservación el factor LS disminuirá.

Cuadro 23. Recomendación de prácticas de conservación modificando el factor LS.

<b>Recomendación</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Distancia</b>
Barreras vivas	2	30.5
	4	19.0
	6	15.0
	8	13.5
	10	12.5
	12	10.5
Zanjas en laderas	18	10.0
	20	9.5
	24	9.0
	26	8.5
	28	8.5
	32	8.0
	34	7.5
	38	7.0
	42	6.5
	50	6.0

Fuente: Wishmeier y Smith 1978

Cuadro 24. Erosión de suelo  $t \cdot ha^{-1}$  de la zona baja con conservación de suelos, con una erosividad de 210 MJ/mm y LS: 1

<b>Terreno</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>K, Erodabilidad (<math>t \cdot ha^{-1}</math>)/(MJ.mm.h)</b>	<b>Erosión (<math>t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}</math>)</b>
Burro Bajo	3	0.42	2
Llanos de Ocotol	7	0.36	2
Florencia	3	0.41-0.42	2
Zona 1	3 - 7	0.35-0.38	2
CADECA	3 - 7	0.35-0.38	2

Con las prácticas propuestas se logra una disminución en la pérdida de suelo de manera considerable tomando como referencia el máximo permisible de pérdidas de suelos en áreas forestales ( $14 t \cdot ha^{-1}$ ).

Cuadro 25. Erosión de suelo  $t \cdot ha^{-1}$  de la zona baja con conservación de suelos, con una erosividad de 410 MJ/mm. LS: 1

Terreno	Pendiente (%)	K, Erodabilidad ( $t \cdot ha^{-1}$ )/(MJ.mm.h)	Erosión ( $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ )
Burro Bajo	3	0.42	3
Llanos de Ocotal	7	0.36	3
Florencia	3	0.41-0.42	3
Zona 1	3 - 7	0.35-0.38	3
CADECA	3 - 7	0.35-0.38	3

A través de prácticas de la conservación de suelos se reduce la pérdida anual de suelos lo cual evidencia que la aplicación de las mismas resulta favorable. Las propiedades morfológicas y físicas se reorganizaron por las pendientes dominantes dentro de los terrenos a criterio de los autores para un mejor análisis de la información.

**Erosión de suelo de la zona alta.** La pérdida de suelo de Santa Inés fue representada en mapas según los cuatro escenarios; estado actual con erosividad de 210 MJ/mm, estado actual con erosividad máxima de 410 MJ/mm, con conservación de suelos con erosividad de 210 MJ/mm y con conservación de suelos con erosividad máxima de 410 MJ/mm (Figura 9, 10, 11 y 12). En la zona alta se estimó una pérdida actual por erosión entre 9-113  $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ ; una erosión alta.

**Índices de calidad.** En la zona alta (Santa Inés) el Índice de Calidad Actual (ICA) se encuentra en un rango de 5.1 a 17.7, lo que representa una calidad de suelo baja (15.7 a 54.5%) respecto al suelo ideal. En la zona baja el ICA se encuentra en un rango de 9.2 a 14.1, lo que representa un 28.3 a 43.4% del suelo ideal. Ambas zonas poseen un ICA bajo (Cuadro 26), lo que significa suelos con bajo a medio potencial de producción.

Cuadro 26. Índices de calidad de los suelos de vocación forestal E.A.P. Zamorano, Honduras.

Área	Lotes	Pendiente (%)	ICA	%ICA
Zona alta	Santa Inés	25-35	5.1 - 17.7	16 - 54
		40-45	10.4 - 15.5	32 - 48
		50	15.3 - 17.1	47 - 53
Zona baja	Burro Bajo	3-7	14.0	43
	Llanos de Ocotal	10	14.1	43
	Florencia	<3	12.4 - 13.8	38 - 42
	Zona 1	<10	12.2 - 13.1	38 - 40
	CADECA	<10	9.2 - 14.3	28 - 44

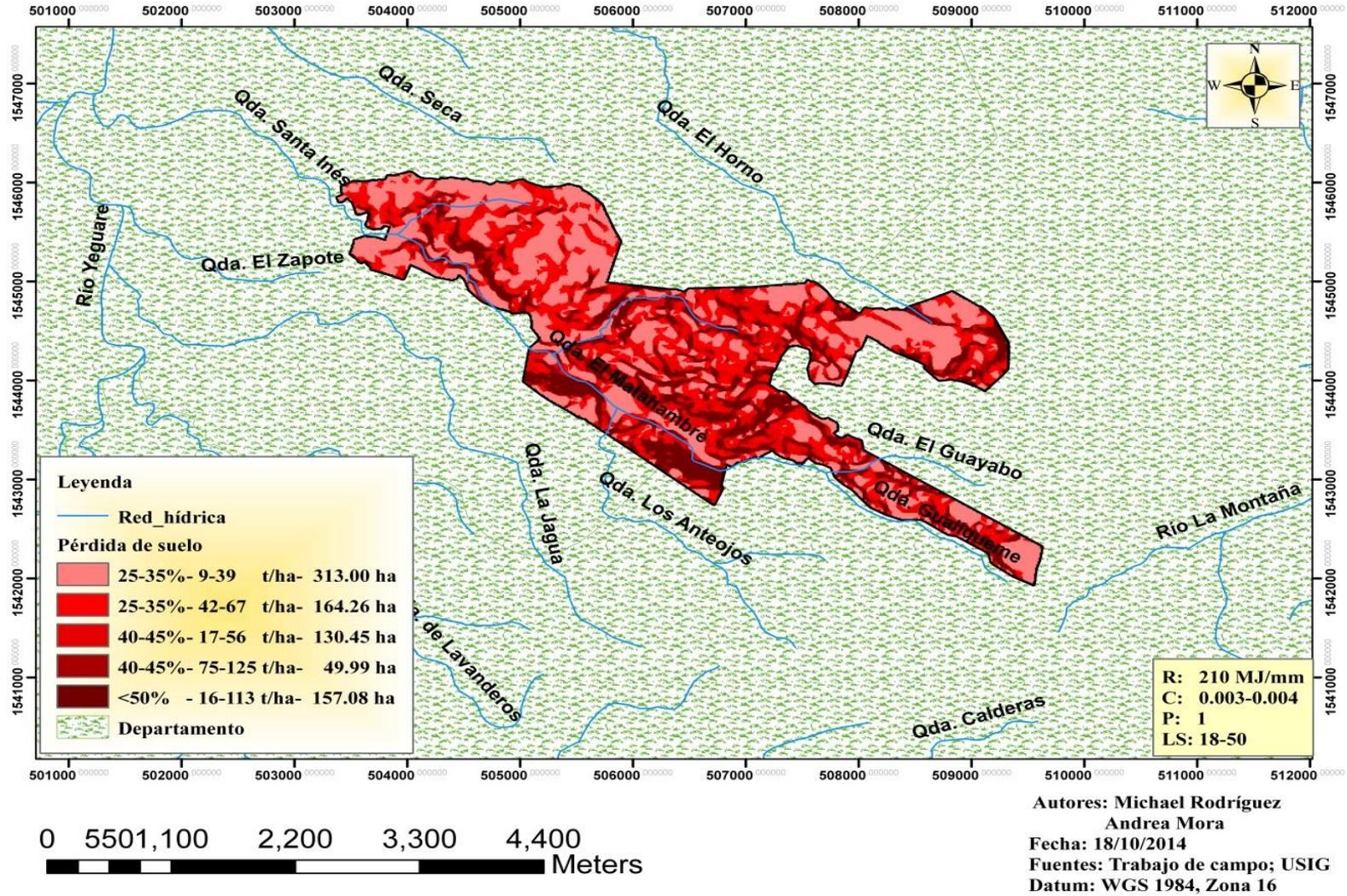


Figura 9. Mapa de erosión de suelo  $t \cdot ha^{-1}$  de Santa Inés en estado actual, con una erosividad de 210 MJ/mm.

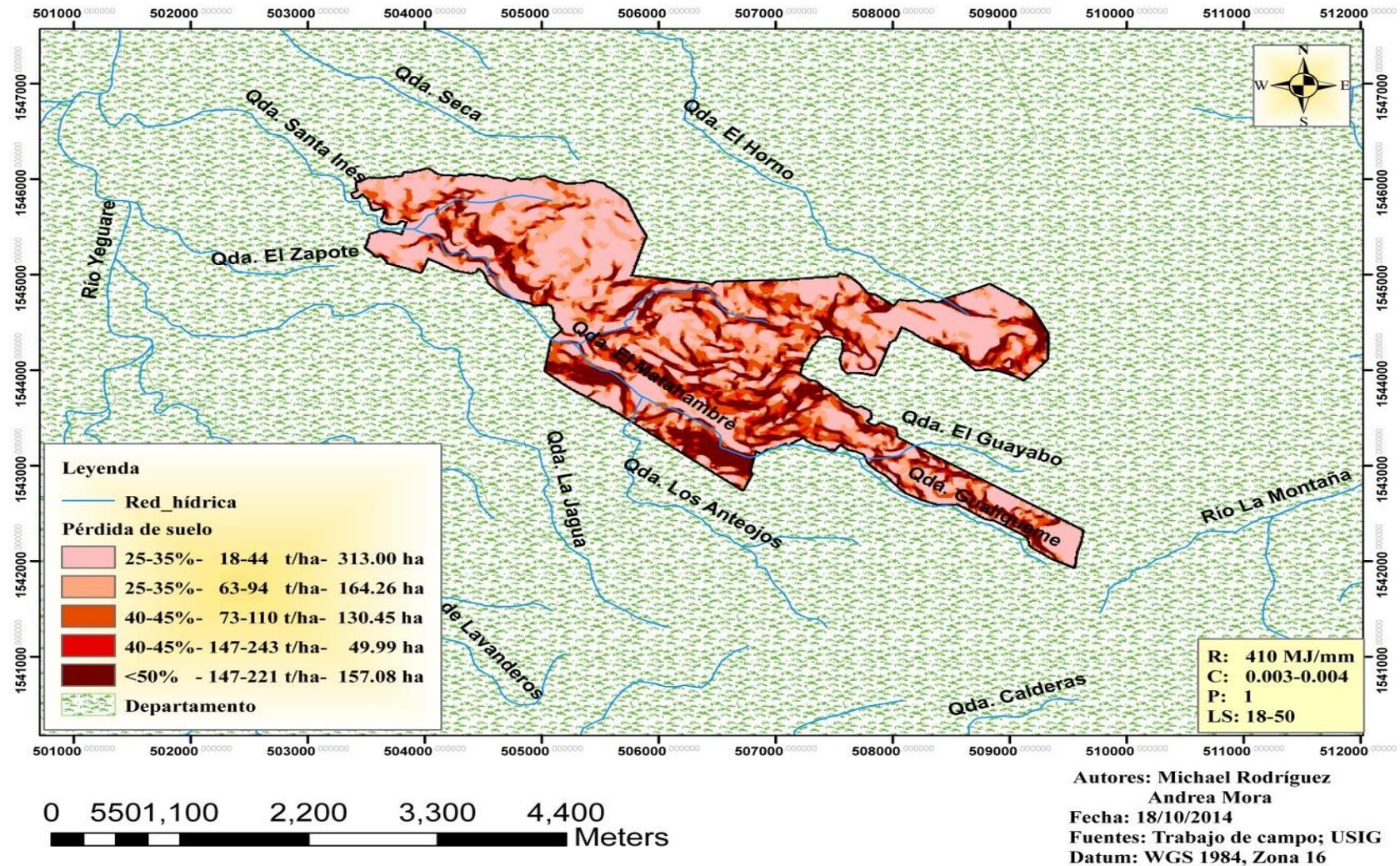


Figura 10. Mapa de erosión de suelo  $t \cdot ha^{-1}$  de Santa Inés en estado actual, con una erosividad de 410 MJ/mm.

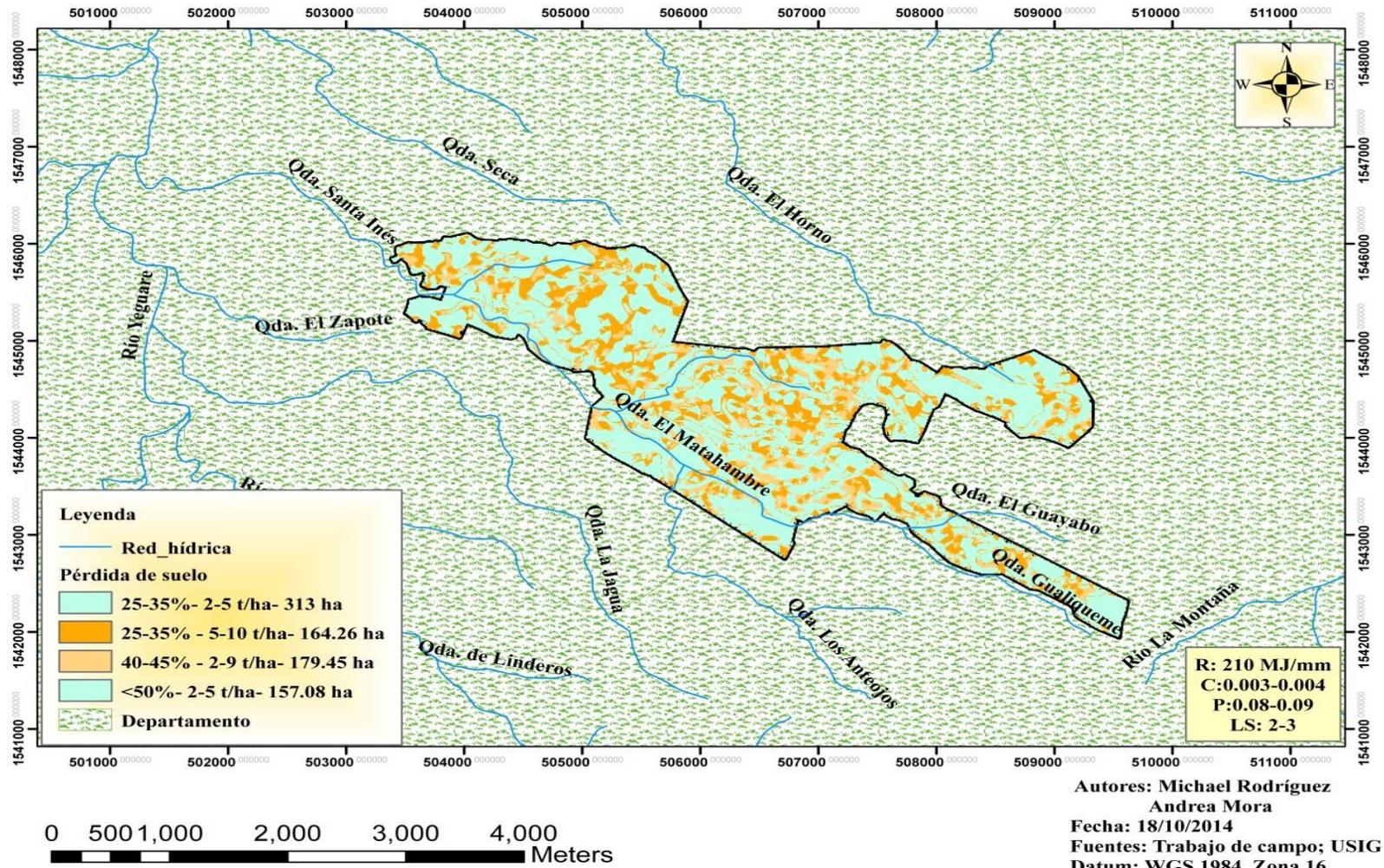


Figura 11. Mapa de erosión de suelo t.ha<sup>-1</sup> de Santa Inés con conservación de suelos, con una erosividad de 210 MJ/mm.

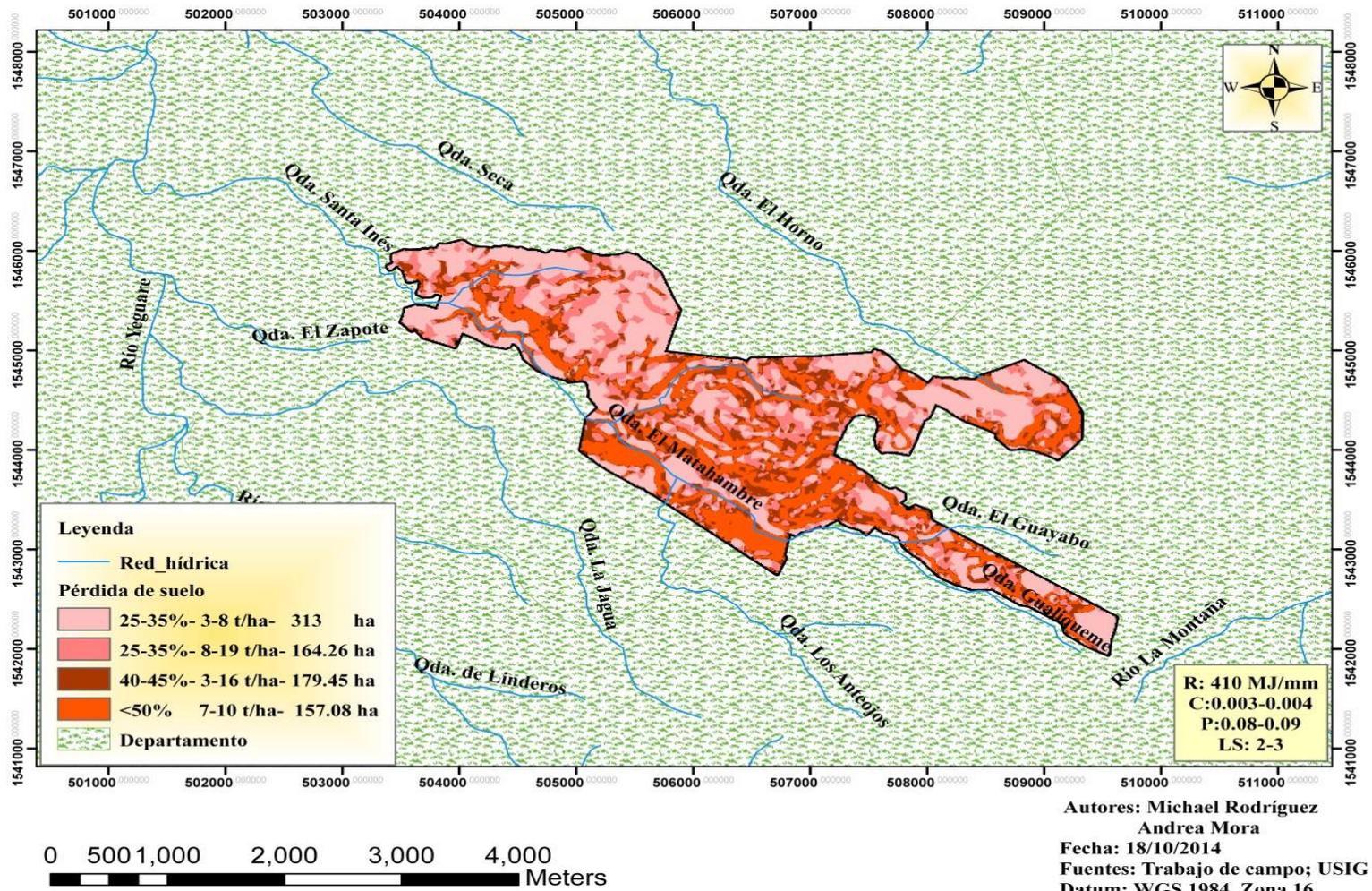


Figura 12. Mapa de erosión de suelo t.ha<sup>-1</sup> de Santa Inés con conservación de suelos, con una erosividad de 410 MJ/mm.

## 4. CONCLUSIONES

- El suelo del área de estudio presentó calidad muy baja (indica un valor  $< 62\%$  comparado con un suelo ideal).
- Se amplió la base de datos SOTERZAM del 2011 al 2014 incluyendo 336 calicatas y 1344 horizontes con sus propiedades morfológicas y físicas, complementado con algunos datos químicos.
- Se estimó que las prácticas de conservación de suelos reducirán la pérdida de suelo por erosión en las áreas estudiadas (de  $243 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  a  $3 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  en promedio).
- A pesar que los suelos forestales poseen cobertura, la erosión es variable ( $7 - 243 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ ).

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis económico de la implementación de prácticas de conservación de suelos.
- Complementar la base de datos SOTERZAM con un mayor muestreo a través de calicatas y barrenaciones en las zonas bajas con vocación forestal.
- Establecer parcelas de escorrentía para conocer las pérdidas reales en el área estudiada.
- Incorporar la herramienta creada en el presente estudio en los futuros planes de manejo forestal del área estudiada.
- Se incentiva que los planes de manejo actuales se enfoquen con mayor énfasis en las áreas de mayor erosión encontrada en este estudio.
- Realizar un estudio de especies arbóreas de importancia económica, teniendo en cuenta las condiciones específicas de la E.A.P. y que a su vez integre los requerimientos nutricionales de las mismas.
- Se propone la certificación de Santa Inés con bonos de carbono.

## 6. LITERATURA CITADA

- Acosta Velásquez, A. F., y Kucharsky Lezama, O. A. 2012. Estudio edafológico y de cobertura para la moderación hidrológica con el modelo SWAT de la microcuenca Anta Inés, Honduras. Tesis Ing. DSEA El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 35 p.
- Alcayaga H., P. D. (2000). Uso de datos de precipitación diaria, mensual y anual para la estimación de la erosividad de la lluvia, factor del modelo (R) USLE. Chile.
- Arévalo, G., R. Brito, y G. Sarmiento, 2014. Estimación del carbón orgánico por medio del color en suelos de Honduras. XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones de la Municipalidad del Cusco, Perú.
- Arévalo, G.E. y C. Gauggel. 2011. Manual de Laboratorio de Ciencias de Suelos y Aguas. E.A.P Zamorano, Honduras. Impreso Litocom. 19 p.
- Bolstad, P. 2012. GIS Fundamentals: A first Text on Geographic Information Systems. Minnesota, USA : Eider Press.
- Bronzoni, G; A. Coghi, D. Cubero, J. Dandois, P. Dercksen, O. Gómez, R. Ibarra, W. Mayorga, B. Sonneveld, M. Ugalde, A. Vásquez, F. Villalobos y A.Zumbado. 1996. Manual de conservación de suelos y aguas. San José, Costa Rica,Editorial Universidad Estatal a Distancia. 278 p.
- Conde, Á. C. 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: impactos, vulnerabilidad y adaptación (en línea). Consultado 5 de junio de 2014. Disponible en <http://ibcperu.org/doc/isis/11658.pdf>
- De la Rosa, D. 2008. Evaluación Agro-ecológica de los Suelos. México, Editoral Paraninfo. 404 p.
- Dubón Fernández, E.J. 2007. Estudio general de suelos de las áreas de montaña en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 76 p.
- Esquivel Palma, C. J. y C. Q. Mendoza Barzola. 2011. Plan de manejo y conservación de suelos para la producción de sandía y forraje en Zona 1, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 49 p.

- FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Trad. Ronald Vargas Rojas. Cuarta edición. Roma. 111 p.
- FAO. 2000. Manual de Practicas Integradas de Manejo y Conservacion de Suelos (en línea). Consultado 13 de 5 de 2014. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>
- FAO. 1992. FAO yearbook of trade. Rome.
- Gauggel C., E. Gurdíán, D. Morán, R. Castro, F. Cueva, J. Fernández, J. López, S. Orellana, C. Terrones. 2003. Mapa detallado de la calidad actual de los suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Gauggel, C., G. Arévalo., R. Barahona. 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. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo. 52 p.
- Gayoso, J., y D. Alarcon. 1999. Guia de Conservacion de suelos forestales (en línea). Consultado 5 de junio de 2014. Disponible en <http://www.uach.cl/proforma/guias/gcsuelo.pdf>. Valvidia.
- Landon, J.R. 1991. Booker tropical soil manual: A handbook for soil survey and agricultural land evolution in the tropic and subtropic. New York. Booker STAT. 474 p.
- Lawson , T., R. Lal, & K. Oduro-Afriyie.1981. Rainfall redistribution and microclimate change over a cleared watershed. Tropical agricultural hydrology.
- Lovo Silva, J., J. Saavedra Alvarado y R. Saravia Chávez. 2013. Calidad de los suelos y plan de adecuación para los terrenos de uso agrícola y pecuario de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Francisco Morazan, Honduras. 56 p.
- Mojica, F. 2011. La Ecuación Universal de Erosión (en línea). Revista Geográfica De América Central, 1(7-8), 35-46. Disponible en <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2910>
- Natural Resources Conservation Service & United States Department of Agriculture. General Guide for Estimating Moist Bulk Density . Estimating Moist Bulk Density by Texture. sf.US Dept. of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (en línea). Consultado 10 de octubre de 2014. Disponible en [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/office/ssr10/tr/?cid=nrcs144p4.2\\_074844](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/office/ssr10/tr/?cid=nrcs144p4.2_074844)

- Pérez, C. G. 2007. Los servicios ambientales de los bosques (en línea). Consultado 11 de junio de 2014. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=509>
- Pinto, R. H. 2000. Manual de edafología. Mexico: Alfaomega grupo editor S.A de C.V.
- Poder legislativo de Honduras. 2008. Ley forestal de áreas protegidas y vida silvestre. Tegucigalpa, Honduras: La Gaceta, Diario oficial de la República de Honduras. 26 de febrero de 2008
- Porta Casanellas, J., M. Lopez Acevedo y R. Poch Claret. 2008. Introducción a la Edafología: uso y protección de suelos. MADRID, España: MUNDI-PRENSA, EDICIONES.
- Pritchett, W. L. 1990. Suelos forestales. México. Limusa. 634 p.
- Programme Soil and Terrain Database. 2012. Base de datos SOTERLAC (en línea). Consultado 22 de septiembre de 2014. Disponible en <http://www.isric.org>.
- Shoeneberger, P., Wysocki, D., Benham, E., y Broderson, W. 1998. Libro de Campaña para Descripción y Muestreo de Suelos(en línea). Consultado el 6 del 11 de 2014. disponible en [http://www.igc.cat/web/files/igc\\_iec\\_llibre15.pdf](http://www.igc.cat/web/files/igc_iec_llibre15.pdf).
- Summer, E. 2000. Handbook of Soil Science. New York, United States, Editor in-chief. I-33 p.
- Tamayo, C. 2009. Índice de Calidad de Suelos (en línea). Consultado 7 de 6 de 2014. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6182/2/Indice%20calidad%20suelo%20Carlos%20Tamayo.doc>.
- UNED. 2009. Serie de análisis de suelo. CD. Conductividad Hidráulica. Video. XVIII Congreso Latinoamericano de suelos. Costa Rica.
- Velásquez Méndez, D. E. 2007. Estudio semidetallado de suelos de la parte plana de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 78 p.
- Washable, 2000. Munsell soil color charts. Agriculture handbook. Editorial Gretag
- Wischmeier W.H., C.B. Johnson y B.V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. Journal of soil and water conservation 26: 189-192.
- Wischmeier, W., y Smith, D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. United States. 58 p.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio anual bajo condición actual de manejo en Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 1.

Pendiente (%)	Longitud (m)	Textura	Factores de la ecuación USLE				Perfil	Descriptor
			K	LS	Suelo Erosionado(t.ha. <sup>-1</sup> )			
25	40	AF	0.16	10	13.5	12	A&K	
	40	AF	0.24	10	20.2	13	A&K	
	40	FAr	0.11	10	9.3	14	A&K	
	40	FArA	0.44	10	37.0	2	CCS	
	60	AF	0.33	15	41.7	1	A&K	
	60	AF	0.11	15	13.9	11	A&K	
	60	FA	0.31	15	39.2	24	A&K	
	80	FArL	0.25	20	42.1	1	CCS	
30	40	F	0.16	12	16.2	15	A&K	
	40	FArL	0.32	12	32.3	3	CCS	
	60	AF	0.24	18	36.4	10	A&K	
	60	FAr	0.38	18	57.6	19	A&K	
	60	FAr	0.34	18	51.5	20	A&K	
	60	F	0.42	18	63.7	21	A&K	
	60	FA	0.26	18	39.4	22	A&K	
	60	FA	0.31	18	47.0	23	A&K	
	60	FAr	0.25	18	37.9	4	CCS	
	60	FArA	0.25	18	37.9	5	CCS	
	60	FArA	0.32	18	48.5	6	CCS	
	60	AF	0.10	18	15.2	1	R&M	
	60	FA	0.35	18	53.0	2	R&M	
	60	Gg	0.15	18	22.7	3	R&M	
	60	F	0.42	18	63.7	4	R&M	
	60	F	0.34	18	51.5	5	R&M	
	60	F	0.65	18	98.5	6	R&M	
	60	FL	0.24	18	36.4	7	R&M	
	60	F	0.42	18	63.7	8	R&M	
	60	F	0.28	18	42.4	9	R&M	

Anexo 1. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio anual bajo condición actual de manejo en Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 1 (Continuación)

Pendiente (%)	Longitud (m)	Textura	Factores de la ecuación USLE					Perfil	Descriptor
			K	LS	Suelo Erosionado(t.ha. <sup>-1</sup> )				
	60	FL	0.39	18	59.1	10	R&M		
	60	F	0.26	18	39.4	11	R&M		
	60	F	0.30	18	45.5	12	R&M		
	60	F	0.24	18	36.4	14	R&M		
	80	F	0.38	24	76.8	18	A&K		
	100	-	0.28	30	70.7	9	A&K		
35	100	FArA	0.31	35	91.4	4	A&K		
40	40	FA	0.28	16	37.7	2	A&K		
	40	F	0.42	16	56.6	27	A&K		
	60	FArA	0.08	24	16.2	5	A&K		
	60	F	0.10	24	20.2	16	A&K		
	80	F	0.28	32	75.4	17	A&K		
	80	FA	0.35	32	94.3	28	A&K		
45	100	FA	0.33	45	125.0	3	A&K		
	60	FAr	0.18	30	45.5	7	CCS		
50	100	FA	0.18	50	75.8	6	A&K		
	100	FA	0.27	50	113.7	7	A&K		
	100	A	0.04	50	16.8	8	A&K		

Simbología: Textura: F: franco, FA: franco arenoso, FAr: franco arcilloso, FArA: franco arcillo arenoso, AF: arena franca, Ar: arcilloso, FArL: franco arcillo limoso, ArL: arcillo limoso. R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación.

Anexo 2. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio anual bajo condición actual de manejo en CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal , Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 1.

<b>Factores de la ecuación USLE</b>							
<b>Pendiente (%)</b>	<b>Longitud(m)</b>	<b>Textura</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>Suelo Erosionado (t.ha.<sup>-1</sup>)</b>	<b>Perfil</b>	<b>Descriptor</b>
3	20	F	0.41	0.04	3.5	19	R&M
3	20	F	0.35	0.07	2.9	21	R&M
4	20	F	0.42	0.07	3.5	18	R&M
4	20	F	0.35	0.03	2.9	22	R&M
7	20	F	0.36	0.03	3.0	17	R&M
7	20	F	0.38	0.03	3.2	20	R&M
7	20	F	0.38	0.04	3.2	23	R&M

Simbología: Textura: F: franco, FA: franco arenoso, FAr: franco arcilloso, FArA: franco arcillo arenoso, AF: arena franca, Ar: arcilloso, FArL: franco arcillo limoso, ArL: arcillo limoso. R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación.

Anexo 3. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima anual bajo condición actual de manejo en Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 1

Pendiente (%)	Longitud (m)	Textura	Factores de la ecuación USLE		Suelo Erosionado (t.ha. <sup>-1</sup> )	Perfil	Descriptor
			K	LS			
25	40	AF	0.24	10	39.4	13	A&K
	40	FAr	0.11	10	18.1	14	A&K
	40	FArA	0.44	10	72.2	2	CCS
	60	AF	0.33	15	81.3	1	A&K
	60	AF	0.11	15	27.1	11	A&K
	60	FA	0.31	15	76.4	24	A&K
	80	FArL	0.25	20	82.1	1	CCS
30	40	F	0.16	12	31.5	15	A&K
	40	FArL	0.32	12	63.1	3	CCS
	60	AF	0.24	18	70.9	10	A&K
	60	FAr	0.38	18	112.3	19	A&K
	60	FAr	0.34	18	100.5	20	A&K
	60	F	0.42	18	124.1	21	A&K
	60	FA	0.26	18	76.8	22	A&K
	60	FA	0.31	18	91.6	23	A&K
	60	FAr	0.25	18	73.9	4	CCS
	60	FArA	0.25	18	73.9	5	CCS
	60	FArA	0.32	18	94.6	6	CCS
	60	AF	0.10	18	29.6	1	R&M
	60	FA	0.35	18	103.4	2	R&M
	60	Gg	0.15	18	44.3	3	R&M
	60	F	0.42	18	124.1	4	R&M
	60	F	0.34	18	100.5	5	R&M
	60	F	0.65	18	192.1	6	R&M
	60	FL	0.24	18	70.9	7	R&M
	60	F	0.42	18	124.1	8	R&M
	60	F	0.28	18	82.8	9	R&M
	60	FL	0.39	18	115.3	10	R&M
	60	F	0.26	18	76.8	11	R&M
	60	F	0.3	18	88.7	12	R&M
60	F	0.24	18	70.9	14	R&M	
80	F	0.38	24	149.8	18	A&K	
100	-	0.28	30	137.9	9	A&K	
35	100	FArA	0.31	35	178.2	4	A&K

Anexo 3. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima anual bajo condición actual de manejo en Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 1 (Continuación).

Pendiente (%)	Longitud (m)	Textura	Factores de la ecuación		Suelo Erosionado (t.ha. <sup>-1</sup> )	Perfil	Descriptor
			K	LS			
40	40	FA	0.28	16	73.6	2	A&K
	40	F	0.42	16	110.3	27	A&K
	60	FArA	0.08	24	31.5	5	A&K
	60	F	0.10	24	39.4	16	A&K
	80	F	0.28	32	147.1	17	A&K
	80	FA	0.35	32	183.9	28	A&K
45	100	FA	0.33	45	243.8	3	A&K
50	60	FAr	0.18	30	88.7	7	CCS
	100	FA	0.18	50	147.8	6	A&K
	100	FA	0.27	50	221.7	7	A&K
	100	A	0.04	50	32.8	8	A&K

Simbología: Textura: F: franco, FA: franco arenoso, FAr: franco arcilloso, FArA: franco arcillo arenoso, AF: arena franca, Ar: arcilloso, FArL: franco arcillo limoso, ArL: arcillo limoso. R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación.

A&K: Acosta y Kucharsky, R&M: Rodríguez y Mora (2014), CCS: Clases de Ciencias de los Suelos.

Anexo 4. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima anual bajo condición actual de manejo en CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 1.

<b>Factores de la ecuación USLE</b>							
<b>Pendiente (%)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Textura</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>Suelo Erosionado (t.ha.<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>)</b>	<b>Perfil</b>	<b>Descriptor</b>
3	20	F	0.35	1	5.7	21	R&M
3	20	F	0.42	2	13.8	16	R&M
4	20	F	0.42	1	6.9	18	R&M
4	20	F	0.35	1	5.7	22	R&M
7	20	F	0.36	1	5.9	17	R&M
7	20	F	0.38	1	6.2	20	R&M
7	20	F	0.38	1	6.2	23	R&M

Simbología: Textura: F: franco, FA: franco arenoso, FAr: franco arcilloso, FArA: franco arcillo arenoso, AF: arena franca, Ar: arcilloso, FArL: franco arcillo limoso, ArL: arcillo limoso. R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación.

R&M: Rodríguez y Mora, 2014.

Anexo 5. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio modificando el Factor LS en el área de Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09

<b>Factores de la ecuación</b>							
<b>USLE</b>							
<b>Pendiente (%)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Textura</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>Suelo Erosionado (t.ha.<sup>-1</sup>)</b>	<b>Perfil</b>	<b>Descriptor</b>
25	9.0	FArL	0.25	2	3.4	1	CCS
	9.0	FArA	0.44	2	5.9	2	CCS
	9.5	AF	0.33	2	4.4	1	A&K
	9.5	AF	0.11	2	1.5	11	A&K
	9.5	AF	0.16	2	2.2	12	A&K
	9.5	AF	0.24	2	3.2	13	A&K
	9.5	FAr	0.11	2	1.5	14	A&K
30	8.0	-	0.28	2	3.8	9	A&K
	8.0	AF	0.24	2	3.2	10	A&K
	8.0	F	0.16	2	2.2	15	A&K
	8.0	F	0.38	2	5.1	18	A&K
	8.0	FAr	0.38	2	5.1	19	A&K
	8.0	FAr	0.34	2	4.6	20	A&K
	8.0	F	0.42	2	5.7	21	A&K
	8.0	FA	0.26	2	3.5	22	A&K
	8.0	FA	0.31	2	4.2	23	A&K
	8.0	FArL	0.32	2	4.3	3	CCS
	8.0	FAr	0.25	2	3.4	4	CCS
	8.0	FArA	0.25	2	3.4	5	CCS
	8.0	FArA	0.32	2	4.3	6	CCS
	8.0	AF	0.10	2	1.5	1	R&M
	8.0	FA	0.35	2	5.3	2	R&M
	8.0	Gg	0.15	2	2.3	3	R&M
	8.0	F	0.42	2	6.4	4	R&M
	8.0	F	0.34	2	5.2	5	R&M
	8.0	F	0.65	2	9.9	6	R&M
	8.0	FL	0.24	2	3.6	7	R&M
	8.0	F	0.42	2	6.4	8	R&M
	8.0	F	0.28	2	4.2	9	R&M
	8.0	FL	0.39	2	5.9	10	R&M
	8.0	F	0.26	2	3.9	11	R&M
8.0	F	0.3	2	4.5	12	R&M	
8.0	F	0.24	2	3.6	14	R&M	

Anexo 5. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio modificando el Factor LS en el área de Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09 (Continuación).

<b>Factores de la ecuación USLE</b>							
<b>Pendiente (%)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Textura</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>Suelo Erosionado (t.ha.<sup>-1</sup>)</b>	<b>Perfil</b>	<b>Descriptor</b>
45	6.0	FA	0.33	3	6.7	3	A&K
40	6.5	FA	0.28	3	5.7	2	A&K
	6.5	FArA	0.08	3	1.6	5	A&K
	6.5	F	0.1	3	2.0	16	A&K
	6.5	F	0.28	3	5.7	17	A&K
	6.5	F	0.42	3	8.5	27	A&K
	6.5	FA	0.35	3	7.1	28	A&K
35	7.5	FArA	0.31	3	6.3	4	A&K
50	6.0	FA	0.18	3	3.6	6	A&K
	6.0	FA	0.27	3	5.5	7	A&K
	6.0	A	0.04	3	0.8	8	A&K
	6.0	FAr	0.18	3	3.6	7	CCS

Simbología: R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: es el factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación

Anexo 6. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación promedio modificando el Factor LS en el área de CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09.

**Factores de la ecuación USLE**

<b>Pendiente (%)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Textura</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>Suelo Erosionado (t.ha.<sup>-1</sup>)</b>	<b>Perfil</b>	<b>Descriptor</b>
7	15	F	0.36	1	1.5	17	R&M
4	19	F	0.42	1	1.8	18	R&M
3	19	F	0.41	1	1.7	19	R&M
7	19	F	0.38	1	1.6	20	R&M
3	19	F	0.35	1	1.5	21	R&M
4	15	F	0.35	1	1.5	22	R&M
7	20	F	0.38	1	1.6	23	R&M

Simbología: R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: es el factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación  
R&M: Rodríguez y Mora, 2014.

Anexo 7. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima modificando el Factor LS en el área de Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09.

Pendiente (%)	Longitud (m)	Textura	Factores de la ecuación USLE		Suelo Erosionado (t.ha. <sup>-1</sup> )	Perfil	Descriptor
			K	LS			
25	9.0	FArL	0.25	2	6.6	1	CCS
	9.0	FArA	0.44	2	11.6	2	CCS
	9.5	AF	0.33	2	8.7	1	A&K
	9.5	AF	0.11	2	2.9	11	A&K
	9.5	AF	0.16	2	4.2	12	A&K
	9.5	AF	0.24	2	6.3	13	A&K
	9.5	FAr	0.11	2	2.9	14	A&K
30	8.0	-	0.28	2	7.4	9	A&K
	8.0	AF	0.24	2	6.3	10	A&K
	8.0	F	0.16	2	4.2	15	A&K
	8.0	F	0.38	2	10.0	18	A&K
	8.0	FAr	0.38	2	10.0	19	A&K
	8.0	FAr	0.34	2	8.9	20	A&K
	8.0	F	0.42	2	11.0	21	A&K
	8.0	FA	0.26	2	6.8	22	A&K
	8.0	FA	0.31	2	8.1	23	A&K
	8.0	FArL	0.32	2	8.4	3	CCS
	8.0	FAr	0.25	2	6.6	4	CCS
	8.0	FArA	0.25	2	6.6	5	CCS
	8.0	FArA	0.32	2	8.4	6	CCS
	8.0	AF	0.10	2	3.0	1	R&M
	8.0	FA	0.35	2	10.3	2	R&M
	8.0	Gg	0.15	2	4.4	3	R&M
	8.0	F	0.42	2	12.4	4	R&M
	8.0	F	0.34	2	10.0	5	R&M
	8.0	F	0.65	2	19.2	6	R&M
	8.0	FL	0.24	2	7.1	7	R&M
	8.0	F	0.42	2	12.4	8	R&M
	8.0	F	0.28	2	8.3	9	R&M
	8.0	FL	0.39	2	11.5	10	R&M
8.0	F	0.26	2	7.7	11	R&M	
8.0	F	0.3	2	8.9	12	R&M	
8.0	F	0.24	2	7.1	14	R&M	
35	7.5	FArA	0.31	3	12.2	4	A&K

Anexo 7. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima modificando el Factor LS en el área de Santa Inés, Zamorano, Honduras. Con un R: 410.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09 (Continuación).

Pendiente (%)	Longitud (m)	Textura	Factores de la ecuación USLE				Perfi l	Descriptor
			K	LS	Suelo Erosionado (t.ha. <sup>-1</sup> )			
40	6.5	FA	0.28	3	11.0	2	A&K	
	6.5	FArA	0.08	3	3.2	5	A&K	
	6.5	F	0.10	3	3.9	16	A&K	
	6.5	F	0.28	3	11.0	17	A&K	
	6.5	F	0.42	3	16.6	27	A&K	
	6.5	FA	0.35	3	13.8	28	A&K	
45	6.0	FA	0.33	3	13.0	3	A&K	
50	6.0	FA	0.18	3	7.1	6	A&K	
	6.0	FA	0.27	3	10.6	7	A&K	
	6.0	A	0.04	3	1.6	8	A&K	
	6.0	FAr	0.18	3	7.1	7	CCS	

Simbología: R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: es el factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación.

Anexo 8. Pérdida de suelo (t/ha/año) utilizando precipitación máxima modificando el Factor LS en el área de CADECA, Burro Bajo, Florencia, Zona 1 y Llanos de Ocotal, Zamorano, Honduras. Con un R: 210.5; C: 0.04; P: 0.08-0.09.

<b>Factores de la ecuación USLE</b>							
<b>Pendiente (%)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Textura</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>Suelo Erosionado (t.ha.<sup>-1</sup>)</b>	<b>Perfil</b>	<b>Descriptor</b>
3	19	F	0.42	1	3.4	16	R&M
3	19	F	0.41	1	3.4	19	R&M
3	19	F	0.35	1	2.9	21	R&M
4	19	F	0.42	1	3.4	18	R&M
7	19	F	0.38	1	3.1	20	R&M
7	20	F	0.38	1	3.1	23	R&M

Simbología: R: es el factor de erosividad de la lluvia, K: es el factor de erodabilidad del suelo expresado en toneladas, LS: factor basado en longitud y porcentaje de pendiente, C: es el factor de cobertura del suelo y el factor P son prácticas de conservación.

Anexo 9. Especies arbóreas existentes en los terrenos estudiados y sus condiciones adecuadas de crecimiento.

<b>Especie</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Precipitación (cm)</b>	<b>Suelo</b>	<b>Latitud</b>
<i>Gmelina arborea</i> L.	0-800	100-250	Profundo fértil de libre drenaje- tolera suelos superficiales, arenosos o pesados y ácidos pero no drenaje impedido	36°-5°N
<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. Hondurensis	0-850	100-350	Profundo, moderadamente fértil, de libre drenaje- tolera suelos arenosos, la acidez (4-6.5), y el drenaje impedido.	18°-12°N
<i>Swetenia humilis</i>	0-1000	80-200	Textura ligera, media y pesada. Drenaje libre y pH ácido.	22°-8°N
<i>Khaya senegalensis</i>	900-1800	75-175	Ribereño-tolera suelos ácidos de pobre drenaje	14°N-10°S
<i>Pinus oocarpa</i> Scheide	0-900-2400	75-150	De libre drenaje- tolera arena, suelos superficiales y alcalinidad	28°-13°N

Fuente: Wadsworth 2000

Anexo 10. Especies de importancia general en el bosque seco.

<b>Científico</b>	<b>Común</b>
<i>Simarouba glauca</i>	Aceituno, negrito
<i>Andira inermis</i>	Almendra de río
<i>Annona sp.</i>	Anona
<i>Acacia farnesiana</i>	Aromo
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Berberia
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Brasil
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba
<i>Myrospermum frutescens</i>	Cacho de novillo
<i>Casia grandis</i>	Carao
<i>Mimosa platycarpa</i>	Carboncillo, carbón blanco
<i>Mimosa zacapana</i>	Carbón colorado
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Carbón negro
<i>Albizia saman</i>	Carreto negro
<i>Albizia guachepele</i>	Carreto real
<i>Sterculia apetala</i>	Castaño
<i>Bombacopsis quinata</i>	Cedro espino
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro real
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
<i>Tabebuia crysantha</i>	Cortes
<i>Acosmium panamensis</i>	Coyote
<i>Diphysa robinoides</i>	Guachipilin
<i>Luehea candida</i>	Guanacaste blanco
<i>Hymenea courbaril</i>	Guapinol

Fuente: FAO 2003

Anexo 10. Especies de importancia general en el bosque seco. (Continuación)

<b>Científico</b>	<b>Común</b>
<i>Albizia niopoides</i>	Guanacaste blanco
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste negro
<i>Karwinskia calderonii</i>	Guiliguiste
<i>Crescentia alata</i>	Jicaro
<i>Bursera simarouba</i>	Indio desnudo
<i>Cordia gerascantus</i>	Laurel de asta
<i>Leucaena salvadorensis</i>	Sipia, sipria
<i>Tabebuia rosea</i>	Macuelizo
<i>Gliricidia sepium</i>	Madriado
<i>Pithecellobium dulce</i>	Michiguiste
<i>Chorophora tinctoria</i>	Mora
<i>Thouinidium decandrum</i>	Pescadillo
<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Pintadillo
<i>Lysiloma sp.</i>	Quebracho
<i>Lysiloma seemanii</i>	Quebracho liso
<i>Quercus oleoides</i>	Moray
<i>Astronium graveolens</i>	Ron ron
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Sálamo
<i>Mastichodendron capiri</i>	Tempisque
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel de hormiga
<i>Guayacum sanctum</i>	Guayacan
<i>Caesalpinia corearea</i>	Nacascolo
<i>Cedrela salvadorensis</i>	Cedro macho

Fuente: FAO 2003