

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**MONITOREO DE LA DEGRADACIÓN DEL RECURSO SUELO EN EL PARQUE
NACIONAL PATUCA, OLANCHO, HONDURAS**

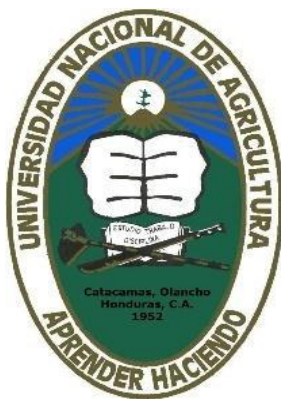
POR

MARCO TULIO BANEGAS VALLADARES

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2013

**MONITOREO DE LA DEGRADACIÓN DEL RECURSO SUELO EN EL PARQUE
NACIONAL PATUCA, OLANCHO, HONDURAS**

POR:

MARCO TULIO BANEAS VALLADARES

M.Sc. ESMELYM OBED PADILLA

Asesor Principal

CARACTERIZACIÓN

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A DIOS, NUESTRO PADRE CELESTIAL

Por haberme dado la oportunidad de tener el honor de cumplir satisfactoriamente uno de mis más grandes sueños, culminar mi carrera universitaria.

A MIS PADRES

José Ángel Banegas Martínez y Zonia Elena Valladares Centeno, con todo el amor del mundo, por sus sabios consejos y su dedicado empeño en demostrarme a luchar hasta alcanzar las metas propuestas.

A MIS HERMANOS

Carlos Rodolfo Banegas, Ángel Antonio Banegas, Fredy Norberto Banegas Júnior Santiago Banegas y María Leonet Banegas a todos ellos les doy mis más infinitas gratificaciones por su apoyo incondicional.

A MI HIJA

Danna Sofía Banegas Gonzales por ser mi fuente de inspiración en todo momento de mi vida.

A MIS AMIGOS

Carlos matute, Henry Bonilla, Carlos padilla, Mauricio Ramires, Jorge Martínez, Daniel alemán y a todas aquellas personas que han estado a mi alrededor y me brindaron su apoyo en todo momento, a todos ellos infinitas gracias.

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro padre celestial por ser la luz en mi camino y por darme la fuerza, la sabiduría, y el amor que me mantiene luchando día a día para lograr cumplir mis aspiraciones y ver cumplidos mis sueños que al mismo tiempo son los de mi familia.

A mis padres **José Ángel Banegas Martínez y Sonia Elena valladares Centeno** por su apoyo incondicional y desmedido en todo momento, por sus buenos consejos y por el amor que me profesan día a día

De una manera muy especial agradezco al **CATIE** y al **CIAT** por su ayuda en la realización de mi trabajo de tesis, es gracias a ellos que tuve la oportunidad de adquirir un poco más de valiosos conocimientos tanto de mis instructores como de las personas que encontramos a nuestro paso mientras realizaba mi trabajo, a todos ellos gracias

A mis asesores **M. Sc. ESMELYM OBED PADILLA, M. Sc. RUBÉN SINCLAIR** y al **Ing. ALEJANDRO RÁPALO**, por su dedicación en la enseñanza. Al **M. Sc KENNY NÁJERA** por su apoyo y porque más que un maestro es un amigo.

Al Dr. Norvin Sepúlveda, Dra. Leigt Winowiecki, Dr. Tor G. Vagen, Lic. Jorge Luis y a todas las personas que de una u/otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo, por toda la ayuda que me brindaron infinitas gratificaciones.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	1
ÍNDICE DE TABLAS	2
ÍNDICE DE ANEXOS	3
RESUMEN	4
I INTRODUCCIÓN	5
II OBJETIVOS	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos.....	2
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Parque Nacional.....	3
3.2 El recurso suelo	4
3.2.1 Propiedades químicas del suelo	5
3.2.2 Los componentes inorgánicos del suelo.	5
3.2.3 Capacidad de intercambio catiónico.....	5
3.2.4 La conductividad eléctrica.....	6
3.2.6 Nutrientes en el suelo	7
3.3 Propiedades físicas del suelo	7
3.3.1 Textura del suelo	7
3.3.2 Estructura del suelo	8
3.3.3 Consistencia.....	8
3.4 Uso de la tierra y ordenamiento territorial.....	8
3.5 Capacidad de uso del suelo.....	9
3.6 Factores erosivos del suelo	9
3.7 Agentes causantes de la erosión	10
3.7.1 Erosividad.....	10
3.7.2 Índice de erosividad pluvial.....	11
3.7.3 Erosionabilidad.....	11

3.8 Textura.....	11
3.9 Capacidad de infiltración.....	13
3.10 Efectos de la pendiente del suelo.....	13
3.11 Cobertura vegetal.....	14
3.13 Proyecto Centinela.....	16
IV MATERIALES Y MÉTODO.....	18
4.1 Localización de la caracterización	18
4.2 Materiales y Equipo.....	18
4.3 Metodología.....	19
4.3.1 Etapa preliminar	19
4.3.2 Etapa de campo y toma de muestras.....	20
4.3.3 Etapa de laboratorio y análisis.....	21
4.3.4 Etapa de redacción y edición	21
4.4 Variables evaluadas a nivel de campo	22
4.4.1. Pendiente	22
4.4.2 Profundidad del suelo y profundidad efectiva.....	22
4.4.3 Uso actual	22
4.4.4 Cobertura vegetal.....	23
4.4.5 Muestreo del suelo.....	23
4.4.6 Erosión del suelo causada por el agua	23
4.4.7 Capacidad de infiltración del suelo	24
4.4.8 Posición topográfica	25
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1 Parcelas muestreadas	32
5.2 Pendiente promedio de la zona.....	33
5.3 Profundidad del suelo	34
5.4. Uso actual de los suelos.....	35
5.4.1 Terrenos con Vegetación Cultivada (alimento).....	35
5.4.2 Terrenos con Cobertura Arbustiva (leña)	35
5.4.3 Terrenos con Cobertura gramínea (pastura)	35
5.5. Cobertura vegetal.....	36
5.6. Nivel de erosión.....	37
5.7 Textura.....	38
5.8. Velocidad de infiltración	39

VII RECOMENDACIONES	41
VIII BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la caracterización.....	30
Figura 2. Pendiente promedio encontrada según el muestreo realizado.....	33
Figura 3. Promedio encontrado para la profundidad del suelo en cm.	34
Figura 4. Uso actual del suelo dado en porcentajes (%).....	35
Figura 5. Porcentajes (%) encontrados en la evaluación de la cobertura del suelo.	36
Figura 6. Resultados obtenidos en la evaluación del grado de erosión visible del suelo	37
Figura 7. Textura del suelo encontrada de 0-20 cm de profundidad	38
Figura 8. Textura del suelo encontrada de 20-50 cm de profundidad	38
Figura 9. Resultados obtenidos en las pruebas de infiltración.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sub parcelas muestreadas en el proyecto Centinela.	48
Tabla 2. Hoja de clasificación de datos para cada parcela.	49
Tabla 3. Hoja de clasificación de datos para la velocidad de infiltración	50
Tabla 4. Agrupación de los suelos según la pendiente.	50
Tabla 5. Parámetros para la clasificación de suelos según su profundidad.	51
Tabla 6. Parámetros para evaluar la textura del suelo.	51
Tabla 7. Parámetros para la clasificación del grado de erosión.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de puntos tomados satelitalmente.....	45
Anexo 2. Toma de muestra de suelos a dos profundidades.....	45
Anexo 3. Selección de sitio haciendo uso del GPS para la toma de muestras de suelos	45
Anexo 4. Método T-cuadrado ideal para muestrear Comunidades de plantas	46
Anexo 5. Diseño de brazos radiales implementado para la toma de muestras de suelo	46
Anexo 6. Diferentes erosiones encontradas	47
Anexo 7. Prueba de infiltración.....	47
Anexo 8. Parámetros de clasificación de la posición topográfica	47

BANEGAS VALLADARES, M. T 2013. Monitoreo de la degradación del recurso suelo en el Parque Nacional Patuca, Olancho, Honduras.

RESUMEN

Se caracterizó biofísicamente el recurso suelo en el Parque Nacional Patuca, con el objetivo de hacer un análisis ecosistémico de la salud de dicho parque en la localidad de Río Blanco, Olancho, Honduras. La caracterización se realizó en tres etapas, estas son: etapa preliminar, etapa de campo, toma de muestras y etapa de análisis en laboratorio. Se utilizó un sistema de brazos radiales ideal para el diagnóstico de ecosistemas implementado por el proyecto centinela. El área estudiada comprende 100,000 m², dividido en 15 parcelas de 2.5 km² cada una y cada parcela comprende 16 subparcelas de las cuales solo 10 eran muestreadas, las parcelas de puntos fueron fotografiadas satelitalmente al azar y es por medio de coordenadas instaladas en un GPS que se buscó cada punto para hacer el levantamiento respectivo de cada uno de los puntos de cada parcela. Las variables a evaluar fueron: pendiente promedio de la zona, profundidad del suelo, uso actual del suelo, cobertura vegetal, nivel de erosión, textura, y velocidad de infiltración. La variable pendiente promedio de la zona presentó un promedio general del 24% calificada por la FAO como fuerte y sumado a esto no se encontró la existencia de obras de conservación o retención de suelos por lo que hay considerables pérdidas de suelo por el arrastre de partículas, para la variable uso actual del suelo esta mostro una marcada diferencia al principal uso que se le da al suelo al revelar que más del 60% de la zona estudiada está siendo utilizada para la alimentación bovina, en cambio la variable textura y velocidad de infiltración mostraron una relación interesante en cuanto a la cantidad de agua adsorbida para la presencia de materia orgánica y la compactación del suelo, siendo mayor la velocidad de infiltración en aquellos suelos arenosos y con un alto contenido de materia orgánica. Este trabajo se realizó con la finalidad de dejar evidenciado el estado actual del parque para tomar las debidas medidas de protección y corrección a los estragos causados por los habitantes de dicha zona.

Palabras clave: Caracterización, Ecosistémico, Brazos radiales, Centinela.

I INTRODUCCIÓN

Aunque la presencia del hombre en la tierra data de unos cuantos miles de años, lo cierto es que no ha sido hasta finales del siglo XIX cuando éste ha comenzado a tener conciencia de la importancia del medio ambiente. Desde entonces hasta la actualidad se distinguen varias tendencias que han predominado de forma diferente en la historia de la preocupación ambiental. Así encontramos a los preservacionistas, que consideraban que debían proteger flora y fauna a ultranza, aunque debieran aislar a los ejemplares del mundo real. Son los propulsores de los zoológicos, los jardines botánicos y los parques nacionales.

Uno de los grandes problemas que afrontan la gran mayoría de los agricultores de nuestro país, es la baja fertilidad de los suelos y por consiguiente, los bajos rendimientos de los cultivos. Estos bajos niveles de fertilidad en gran medida son resultado de las malas prácticas de manejo que los agricultores aplican al suelo, como la quema y el sobre pastoreo, principalmente cuando se siembra en terreno inclinados, que es donde se produce el mayor lavado o pérdida de suelo y de nutrientes, bajando así la fertilidad y la productividad del mismo.

La problemática nacional de los recursos se caracteriza por la mala distribución de la tierra y el mal uso que se le da a esta, particularmente el uso que se le da al Parque Nacional Patuca. Como alternativa se presenta el proyecto Centinela, empleando un protocolo para el monitoreo de la degradación de la tierra, este programa está diseñado para proporcionar una línea de base biofísica a nivel de paisaje, y un marco de seguimiento, monitoreo y evaluación de los procesos de degradación del suelo y la eficacia en las medidas de recuperación en el tiempo.

II OBJETIVOS

2.1 General

- ✓ Caracterizar biofísicamente el suelo de la región del patuca utilizando la metodología del Proyecto Centinela.

2.2 Específicos

- ✓ Describir física y químicamente las propiedades del recurso suelo, (textura, color, pendiente, profundidad, infiltración y pH).
- ✓ Determinar la cobertura del suelo y su relación con las propiedades textura, color, pendiente, profundidad, infiltración y pH.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Parque Nacional

Un Parque Nacional es un espacio natural de alto valor natural y cultural, poco alterado por la actividad humana que, en razón de sus excepcionales valores naturales, de su carácter representativo, la singularidad de su flora, fauna o de sus formaciones geomorfológicas, merece su conservación una atención preferente y se declara de interés general de la Nación por ser representativo del patrimonio natural de una de esta (I.U.C.N, 1969)

Son áreas relativamente amplias, donde uno o varios ecosistemas no se han visto materialmente alterados por la explotación y ocupación humana, donde las especies vegetales, animales, formaciones geomorfológicas y los hábitats, son de especial interés científico, educativo y recreativo, o contienen un paisaje natural de gran belleza; donde la máxima autoridad competente del país ha tomado las medidas para prevenir o eliminar lo antes posible la explotación u ocupación de todo el área, y para hacer cumplir de modo efectivo el respeto por los rasgos ecológicos, geomorfológicos y estéticos que motivaron su establecimiento; donde se permite entrar a los visitantes bajo condiciones especiales, con propósitos de inspiración, educativos, culturales y recreativos (I.U.C.N, 1969),.

El avance de la frontera agrícola visualiza la degradación del recurso suelo si no se planifica en base a una caracterización que permita conocer la capacidad de uso de los suelos y por ende permita una explotación que disminuya su pérdida por erosión. Para la explotación de este recurso en forma racional se presenta una alternativa la cual consiste en basarse en su capacidad de uso y uso potencial, esta es la base para el ordenamiento de la

distribución del territorio, mediante una caracterización de los suelos de acuerdo a sus propiedades lo que permitirá un mejor uso de estos (Morgan, 1997).

La explotación de las áreas ubicadas en zonas de reserva están siendo degradadas por falta de una caracterización y planificación sobre el manejo y explotación racional de los recursos, en especial el suelo, el cual es altamente susceptible y vulnerable al mal manejo, este uso irracional del recurso suelo sin considerar su capacidad de uso y uso potencial ha ocasionado la pérdida de capacidad para soportar cultivos y por lo consiguiente los rendimientos han disminuidos notablemente (Morgan, 1997)

3.2 El recurso suelo

El suelo es un sistema muy complejo compuesto por una fase líquida (agua del suelo), una fase gaseosa (espacio poroso entre las partículas), que no está llena de agua, y una fase sólida. Esta última fase tiene una fracción mineral constituida por partículas de varios tamaños, formas y composiciones químicas y también, una fracción orgánica que incluye residuos en diferentes etapas de descomposición y organismos vivos (Baver et al, 1973 y Tamhane, 1986).

Un suelo de buena calidad puede ser definido subjetivamente por el desarrollo y la producción de las plantas que se encuentran establecidas allí, también si presenta un color negro. Para la agricultura los suelos de buena calidad deben de tener suficientes nutrientes, una buena estructura con una suficiente profundidad para el crecimiento y desarrollo de las raíces, buen drenaje interno, baja población de enfermedades y organismos parásitos, altas poblaciones de microorganismos para promover el crecimiento de las plantas y la descomposición de la materia orgánica, baja incidencia de malezas, libre de productos químicos y residuos que puedan dañar el buen desarrollo de las plantas (Magdolf, 2001).

3.2.1 Propiedades químicas del suelo

Los elementos químicos del suelo pueden estar contenidos en dos fases, estas son: La fase sólida: Esta fase forma parte de la estructura de los minerales o incluidos en compuestos orgánicos. La fase líquida: en esta fase Está Contenidos en el agua del suelo. Por lo general, las moléculas están total o parcialmente disociadas en iones, los de carga positiva se llaman cationes y los de carga negativa se llaman aniones. (Ej. Nitrato sódico). El agua del suelo, junto con los nutrientes disueltos, recibe el nombre de solución del suelo.

3.2.2 Los componentes inorgánicos del suelo.

Los elementos más abundantes de la corteza terrestre son el oxígeno (O) y el silicio (Si), que representan el 75 % del total. Le siguen el aluminio (Al), el hierro (Fe), el calcio (Ca), el sodio (Na), el potasio (K), y el magnesio (Mg). Los compuestos inorgánicos más abundantes son: Las arcillas. (Caolinita, Mica, Montmorillonita, Vermiculita, Clorita, etc.), Son silicatos de aluminio hidratados, con estructura laminar. Los Carbonato Cálcico, Sal derivada del ácido carbónico, de fórmula CaCO_3 . Se encuentra en la naturaleza principalmente en forma de calcita y aragonito. No se disuelve en agua pura, pero sí en agua que contenga CO_2 , como es el caso del agua del suelo.

3.2.3 Capacidad de intercambio catiónico

Los cationes adsorbidos por los coloides del suelo, se encuentran sujetos a reemplazamientos por otros cationes de la solución externa, y es a dicho fenómeno al que se le denomina intercambio canónico. A la máxima cantidad de cationes adsorbidos que se presentan en forma intercambiable por unidad de masa (o peso) que retiene un suelo o cualquier otro material intercambiador se le denomina Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), y se expresa en meq / 100 g. de suelo. Así para Suelos con C.I.C. < 5 meq / 100 g son suelos pobres, arenosos, poco aptos para la vida de las plantas, y los Suelos con C.I.C.

> 30 meq / 100g son suelos excesivamente arcillosos, con problemas de permeabilidad y estructura.

3.2.4 La conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la medida de la cantidad de corriente que pasa a través de la solución del suelo. La conductividad eléctrica de una solución es proporcional al contenido de sales disueltas e ionizadas contenidas en esa solución. Por lo tanto, el contenido salino de una solución se conoce midiendo la conductividad eléctrica de la solución, mediante la fórmula: $(ST = 0,64 \text{ CE})$, y se expresa en: decisiemens / metro (dS/m) milimhos / centímetro (mmho/cm) $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mmho/cm}$ $vST = \text{Contenido total de sales}$. Se expresa en: gramos / litro de disolución (g/l)

3.2.5 Reacción del suelo (pH)

El logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno en solución es conocido como pH. $(pH = -\log [H^+])$, y constituye una de las más útiles informaciones que puede obtenerse de un suelo. La escala de pH cubre una gama desde 0 hasta 14. El valor de 7 es neutral. Los valores inferiores son ácidos y los superiores básicos o alcalinos. Así, un pH por debajo de 5.5 indica que el suelo puede tener problemas de aluminio intercambiable, falta de molibdeno disponible para las plantas y gran capacidad de fijación de fósforo. Un pH de 6.5 a 7 puede estar indicando que el suelo está sujeto a deficiencia de algunos micronutrientes tales como boro, zinc o manganeso. El pH del suelo mide simplemente la actividad de los iones de hidrogeno y se expresa en términos logarítmicos (Erickzon, 1988).

La Importancia del pH del suelo para las plantas es porque ejerce una gran influencia en la asimilación de elementos nutritivos. El intervalo de pH comprendido entre 6 y 7 es el más adecuado para la asimilación de nutrientes por parte de las plantas. Los microorganismos del suelo proliferan con valores de pH medios y altos. Su actividad se reduce con pH inferior a 5,5.

3.2.6 Nutrientes en el suelo

Según (Kolmans y Vasquez, 1996). Para que el funcionamiento metabólico de las plantas sea adecuado y su desarrollo óptimo, es necesario que las sustancias nutritivas se encuentren en equilibrio, interactuando de una forma armónica. Un déficit o exceso de nutrientes trae como resultado plantas débiles, susceptibles a plagas y enfermedades, desuniformidad en la producción, poca estabilidad y durabilidad.

3.3 Propiedades físicas del suelo

Para (Tamhane et, al 1989). Entre las propiedades físicas del suelo, la textura, estructura, densidad aparente, porosidad, consistencia, temperatura y color son los factores dominantes que afectan su uso. Sin embargo la USDA (1972) sostiene que la textura y la estructura del suelo son las propiedades físicas de mayor importancia que determinan el suministro de agua y aire en el suelo.

3.3.1 Textura del suelo

De acuerdo al tamaño de las partículas del suelo se agrupan en gravas ($>2.0\text{mm}$), arenas ($2.00\text{mm}-0.02\text{mm}$), limo ($0.02\text{mm}-0.002\text{mm}$) y arcilla ($<0.002\text{mm}$) que se denominan fracciones del suelo. La composición proporcionada de fracciones del suelo. Esta composición proporcionada de fracciones diversas en un suelo, definen la textura del mismo, dicha textura se determina mediante un análisis mecánico de laboratorio, también se puede hacer directamente en el campo mediante la tactación (Tamhanet et al, 1986 y Donahue, 1981).

3.3.2 Estructura del suelo

Para la (USDA, 1972). La estructura consiste en la forma en que las partículas están distribuidas en grupos o mezclas de materias. Por su parte (Sierra, 1972). Define la estructura como la agrupación de las unidades texturales simples, creando bloques definidos por su geometría, tamaño y desarrollo. Expresa la cohesión (atracción entre moléculas iguales) y la adhesión (atracción entre moléculas distintas); dicho de otra forma, es la intensidad y tipo de fuerzas intermoleculares que actúan entre sí. Las partículas fundamentales del suelo, (arena, limo y arcilla) se presentan por lo común en grupos en forma de agregados. (Tamhane et, al 1986).

3.3.3 Consistencia

La consistencia es una propiedad mecánica ligada a la estructura que marca la resistencia a su deformación y roturas por causa de la humedad y manejo del suelo (Sierra, 1972). La consistencia del suelo comprende los atributos del material del suelo que están presados en su grado y clase de cohesión y adhesión o en su resistencia a la deformación o ruptura (Gavende, 1972).

3.4 Uso de la tierra y ordenamiento territorial

El término ordenamiento territorial es de creación relativamente reciente pero la práctica de ordenar voluntariamente el uso del espacio terrestre remota a la antigüedad y etiológicamente significa disponer con orden los elementos constitutivos de un territorio. Prácticamente de la actividad económica, en contra posición a su distribución espontanea de acuerdo a las leyes del mercado. El objetivo central de organizar amónicamente el espacio terrestre se basa en tres criterios, relacionando las sociedades humanas con su entorno, estas son: Los recursos naturales, los usuarios y el espacio (Zink, 1996).

El ordenamiento territorial integra tres enfoques de planificación espacial que son:

1. La utilización óptima de los recursos de acuerdo a sus potencialidades y distribución geográfica. Con énfasis en el componente recursos; en este sentido el ordenamiento territorial se asemeja a la planificación ecológica.
2. La utilización racional de los recursos de acuerdo a sus potencialidades de la sociedad regional o nacional, con énfasis en el componente usuarios; este aspecto corresponde a la planificación del uso de las tierras promovidas por la FAO.
3. La disminución de los equilibrios intra e interregionales, el estímulo de la vocación específica de cada región y el fomento de complementariedades especiales, con énfasis en el componente espacio: esta vertiente del Ordenamiento Territorial se inspira en la planificación regional sobre los polos de crecimiento.

3.5 Capacidad de uso del suelo

La clasificación según la capacidad agroecológica del suelo se desarrolla por el servicio de conservación de suelos de EE.UU. (United States Soil Conservación Service) como un método para evaluar la importancia que las limitaciones, como el riesgo de erosión, la profundidad del suelo, la humedad y el clima plantean al uso agrícola del suelo. El objetivo de la clasificación de los suelos es regionalizar el área del terreno en clases con similares tipos y grados de limitaciones (USDA, 1972)

3.6 Factores erosivos del suelo

Según (Morgan, 1997). Los factores que determinan la tasa de erosión de los suelos son los siguientes: la lluvia, la escorrentía, el viento, la pendiente, la cobertura vegetal y la presencia o ausencia de medidas de conservación. Estos y otros factores relacionados con

ellos se pueden considerar bajo tres aspectos; energéticos, de resistencia y de protección. El aspecto energético incluye, la capacidad potencial de la lluvia, la escorrentía y el viento, esta capacidad se denomina erosividad. En cambio el aspecto de resistencia resulta fundamentalmente el factor de erosionabilidad del suelo, ya que este depende sobre todo de sus propiedades mecánicas y químicas.

Los factores que favorecen la infiltración del agua en el suelo y, por lo tanto, disminuye la escorrentía, reduciendo la erosionabilidad. Mientras que cualquier actividad que pulverice el suelo la aumenta, por tal razón el efecto del cultivo puede reducir la erosionabilidad en los suelos arcillosos, pero la aumenta en los suelos arenosos (Morgan, 1997).

Se denomina erosión al proceso de sustracción o desgaste de la roca del suelo intacto (roca madre) por la acción de procesos geológicos exógenos, como las corrientes superficiales de agua, el hielo glacial, el viento o la acción humana. La erosión implica un transporte posterior de los fragmentos rocosos y no una mera disgregación de las rocas. Los agentes son más eficaces en función dependiendo de qué tipo de roca sea, la capa que la protege (hierbas, árboles, suelo, etc.), la cantidad de agua existente, el viento y su uso. Uno de los principales factores es el agua.

3.7 Agentes causantes de la erosión

3.7.1 Erosividad

La erosividad está estrechamente relacionada con la lluvia y las pérdidas de suelo, en parte por el poder desprendimiento de las gotas al golpear el suelo y, por la contribución de las lluvias a la escorrentía. La erosión se relaciona con los tipos de lluvia, las tormentas intensas de corta duración que superan la capacidad de infiltración y aquellas de larga duración y baja intensidad que saturan el suelo (Morgan, 1997).

3.7.2 Índice de erosividad pluvial

El índice de erosividad pluvial se basa en la energía cinética de la lluvia, por lo tanto la erosividad de una tormenta está en función de su intensidad y duración, el tamaño de la gota, también afecta el índice, pero este está implícito en la intensidad. La relación del tamaño de la gota, aumenta la intensidad. El aumento del tamaño de la gota es hasta una intensidad de 100 mm h-I, lluvias con intensidades superiores a 200 mm h-I, se produce una reunión d las gotas más pequeñas, de manera que el diámetro medio de las gotas vuelve a aumentar (Carter et, al 1997).

Según (Morgan 1997) en un estudio llevado a cabo en los EE.UU. se comprobó que la energía cinética hasta un valor máximo para intensidades próximas a 75 mm h-1, decrecía para intensidades hasta de 175 mm h-I y, posteriormente, aumentan de nuevo para mayores intensidades.

3.7.3 Erosionabilidad

La erosionabilidad se define como la resistencia de los suelos a los procesos de desprendimiento y transporte. Aunque la resistencia de un suelo a la erosión depende, en parte, de su posición topográfica, pendiente y grado de alteración, las propiedades de los suelos son las determinantes más importantes. La erosionabilidad de los suelos varía con la textura del suelo, la estabilidad de los agregados, la resistencia al esfuerzo cortante, la capacidad de infiltración y los contenidos de minerales y materia orgánica (Morgan 1997).

3.8 Textura

La textura del suelo, tiene un papel muy importante en la erosionabilidad, en donde las partículas de mayor tamaño son resistentes al transporte debido a que se requiere mayor fuerza para transportarla y que las partículas finas son resistentes al desprendimiento por la

cohesión. Las partículas menos resistentes son las de limo y las de arena fina (Morgan, 1997).

Los suelos con un contenido de 40% al 60% de limo son los más susceptibles a erosionarse (Richter et, al 1997). La erosionabilidad se considera en función del contenido de arcilla, indicando que aquellos suelos con escasa fracción arcillosa, entre el 9% y el 30% son los más susceptibles a erosionarse. Utilizar el contenido de arcilla como indicador de la erosionabilidad es más aceptable teóricamente, porque las partículas de arcillas se combinan con las de materia orgánica para formar agregados o terrones y la resistencia del suelo está determinada por la estabilidad de estos (Vans et, al 1997)

Desde el punto de vista químico el factor más importante de la erosionabilidad es la proporción de arcilla fácilmente dispersable en el suelo, pero al tomar en cuenta el aporte de fertilizantes sódicos puede a veces llevar a pequeños aumentos de sodio intercambiable que se traduce en un deterioro muy marcado en la estructura del suelo, anteriormente estable (Miller et, al 1997). En países como Marruecos y España se ha determinado que el exceso de Carbonatos Cálcicos en la fracción arcillosa y limosa trae consigo una alta erosionabilidad a los suelos (Barahona et, al 1997).

Estudios llevados a cabo por (Wischmeier, 1984) concluyeron que la erosión de los terrenos arables ocurre a menudo sobre suelos arenosos y limosos. Los suelos arcillosos tienen una superficie más áspera especialmente después de la labranza con arado, debido a ello la cantidad de agua que puede almacenarse en su superficie antes de que se presente escorrentía es alta en este momento. Los suelos arcillosos tienen de 1,6 a 2.3 veces mayor volumen de almacenamiento de agua que los limo arcillosos (Kirkby et, al 1984)

Los suelos pedregosos son menos susceptibles a la erosión. El suelo no solamente está protegido por las piedras, sino que la infiltración aumenta a medida que el agua fluye hacia adentro de la superficie del suelo alrededor de los bordes de las piedras (Mc Intyre, 1984)

3.9 Capacidad de infiltración

La estabilidad de la arquitectura del suelo (Estabilidad de los poros) en los pocos milímetros superficiales es de importancia fundamental ya que se trata del primer elemento que determina la distribución del agua entre infiltración y escorrentía. Al haber un sellamiento de los poros del suelo, por compactación, u otro factor, trae como consecuencia una reducción de la tasa de infiltración del suelo, y un aumento en la escorrentía, que se considera la principal fuerza responsable de la erosión, además de la pérdida del agua ya que esta no es almacenada (Shaxson, 2000)

Según (Morgan, 1997). Aquellos suelos con agregados estables mantienen mejor sus espacios porosos, mientras que los suelos arcillosos tienden a permitir bajas capacidades de infiltración. La capacidad de infiltración de los suelos arenosos supera a los 200 mm h⁻¹, de acuerdo con las mediciones de campo, pero se puede producir escorrentía con solo 20 mm h⁻¹. Cuando las propiedades del suelo varían con la profundidad del perfil, tenemos un horizonte crítico, el cual presenta la velocidad de infiltración mínima.

3.10 Efectos de la pendiente del suelo

Para (Shaxson et, al 2000) el Angulo de la pendiente es uno de los factores más importantes que determina el grado de erosión en el suelo, si tenemos un aumento en la inclinación y longitud de la pendiente, tendremos como resultado una escorrentía mucho más rápida que en las pendientes suaves y con poca inclinación. Existe una regla simple para estimar la cantidad de suelo salpicado pendiente abajo con relación al suelo salpicado hacia arriba, esta es: 50 % más el porcentaje de pendiente, de manera que en pendientes de 20 % cerca del 70 %del suelo será salpicado hacia abajo y el 30 % hacia arriba.

A medida que la longitud de la pendiente aumente aumenta, el efecto de la erosión es más grave, pero teniendo en cuenta otros factores, la erosión puede disminuir con el aumento de la longitud de la ladera, ya que el suelo tiene poca tendencia a formar costra y se mantiene

y se mantiene la velocidad de infiltración más alta que en terrenos de pendiente suave de modo similar, cuando el ángulo de la pendiente disminuye, las pérdidas del suelo descienden al aumentar la longitud como resultado de la deposición (Musgrave et, al 1984).

3.11 Cobertura vegetal

La vegetación en el suelo actúa como una capa protectora o de amortiguamiento entre atmosfera y suelo, también para los componentes aéreos y subterráneos tiene ciertos efectos. Los componentes aéreos como hojas y tallos, absorbe parte de la energía de las gotas de lluvia del agua en movimiento, así como del viento, de modo que su efecto es menor en caso que actuara directamente sobre el suelo, mientras que los componentes subterráneos, como el sistema radicular, contribuye a la resistencia mecánica del suelo (Hercilio 2000).

Trabajos de investigación realizados en Brasil demostraron que el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo es responsable del 95 % de la erosión, también se encontró que más importante que el uso de barreras físicas es la cobertura para controlar la escorrentía, la cual es responsable del 5 % de la erosión. Esta investigación mostro que la solución ideal es mantener los suelos cubiertos la mayor parte del tiempo con los cultivos o residuos de estos (Hercilio 2000).

Según (Hudson et, al 1997). Para demostrar la importancia de la cubierta vegetal realizo un estudio, el cual consistía en utilizar una mosquitera de metal como una simulación de cobertura vegetal, los resultados obtenidos en un periodo de 10 años indicaron una pérdida de 0.9 ton/Ha para la parcela cubierta, y de 126.6 ton/Ha para la parcela sin maya metálica. Estos datos dan a conocer la importancia de la cobertura vegetal.

3.12 Parque Nacional Patuca (PNP)

El Parque Nacional Patuca está ubicado al sureste de la ciudad de Catacamas, Olancho. Su extensión territorial es de 3764.47 km². Esta área está compartida entre los municipios de Catacamas, Patuca, Dulce Nombre de Culmí; y hacia el noreste el departamento de El Paraíso, abarcando parte del municipio de Trojes. Los límites físicos incluyen al sur el río Wans Coco o Segovia, al norte los ríos Blanco y Capapán, hacia el noreste limita con la Reserva de Biosfera Tawahka Asangni, y al suroeste con el río Yamales (que sirve de límite natural). La mayor parte del parque está dentro del municipio de Catacamas. Sus alturas no sobrepasa los 1800 y las mínimas comienzan desde los 570 m.s.n.m.

Este Parque está conformado por cuatro tipos de bosque los cuales se detallan a continuación: Tierras sin bosque, Bosque latifoliado y Bosque mixto, Bosque de coníferas. Los bosques de coníferas y mixto son pequeños parches, el 95% del bosque es latifoliado, Las temperaturas son muy estables y generalmente es de 26 grados centígrados, por las noches pueden bajar a los 23 grados.

Existe gran presión sobre los recursos naturales en este Parque Nacional, ya sea por la demanda de los habitantes de la zona o/y por la llegada de nuevos colonos, además de la ganadería y agricultura extensiva. Esta presión ha ocasionado que más del 26% del recurso boscoso del parque para el 2005 fuese deforestado (según el documento de Zonificación del Parque Nacional Patuca 2009), lo que supone que al 2011 este ha ido en aumento cada vez.

La hidrología del Río Patuca es muy importante para muchas comunidades tanto dentro como fuera de los límites del parque, posee más de 120 fuentes de agua y aportan agua a las comunidades de Catacamas, Trojes y Nicaragua. Topografía muy accidentada presenta numerosas áreas de deslizamiento por lo que debe tenerse mucho cuidado en épocas muy lluviosas.

3.13 Proyecto Centinela

El proyecto Centinela mejor conocido como Marco de Tierras para la Vigilancia de la Degradación (LDSF) por sus siglas en inglés, fue desarrollado en el Centro Mundial de Agroforestería, a lo largo de varios años de investigaciones ha diseñado un sistema para proporcionar una línea de base biofísica a nivel de paisaje, y un marco de seguimiento y evaluación para los estudios de la dinámica del carbono, cambios en la vegetación, las propiedades funcionales del suelo y las propiedades hidrológicas del suelo. La llegada de este proyecto a nuestro país es responsabilidad de la cooperación extranjera, liderado por el Centro de Investigación Agronómico Tropical (CIAT).

La metodología ha demostrado ser adecuado para el estudio de la salud y el riesgo de degradación de la tierra, así como para la evaluación de la dinámica del carbono orgánico del suelo en los sistemas de pastoreo. El marco proporciona protocolos de campo para la medición de los indicadores de la "salud" de un ecosistema, incluyendo la cobertura vegetal, la estructura y composición florística, uso histórico de la tierra, los signos visibles de la degradación del suelo, y las características físicas del suelo. También se proporciona un marco de muestreo para la recogida de muestras de suelo.

Los logros obtenidos representan las primeras delimitaciones (mapas) de las propiedades funcionales del suelo y el riesgo de degradación de la tierra que se han producido con cobertura continental, y en la escala pertinente para la gestión de la producción con éxito de estos modelos y, finalmente, sobre todo cuando se trata de covariables de teleobservación y que requieren una cuidadosa pre-procesamiento y conversión de números digitales multiespectrales para estandarizada factor de reflexión tales como las propiedades del terreno y como estas se combinan para formar un modelo de predicción basado en las evaluaciones visuales de la prevalencia de la erosión en la campo.

El proyecto Centinela tiene como finalidad llevar acabo las siguientes actividades principales al momento de realizar un estudio en determinado sitio.

- El desarrollo de normas y estándares, para la evaluación de los procesos de degradación y recuperación de suelos, así como las propiedades funcionales del suelo (capacidad de suministrar los nutrientes, la densidad de carbono, agua capacidad de retención, etc.
- El desarrollo de mecanismos sólidos de estadística de inferencia con modelos espaciales, funciones de transferencia y marcos de decisión de traducir el diagnóstico en las recomendaciones de manejo.
- La producción de mapas de suelos digitales y covariables ambientales.
- El desarrollo de una base de datos espacial de experimentos de manejo del suelo así como Facilitar el suministro de, recomendaciones de manejo de los suelos basados en la evidencia de investigación y extensión agencias nacionales de los países involucrados.
- El desarrollo de los procedimientos de seguimiento y evaluación para rastrear el progreso, incluyendo comentarios de los usuarios, y prueba de recomendaciones de manejo.

IV MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Localización de la caracterización

El estudio se realizó en El Parque Nacional Patuca (PNP) el cual está ubicado en la parte sureste del departamento de Olancho. En las comunidades de la bodega, filetón arriba, filetón abajo, las guamas, mata de plátano, la bellota, rancho quemado, cerro azul, las flores, el naranjal, campamento viejo y las marías pertenecientes al municipio de catacamas del departamento de Olancho en la cuenca del rio patuca, las condiciones agroclimáticas que predominan en esta zona son muy variantes, posee dos zonas de vida; una de Bosque muy húmedo subtropical y otra de Bosque húmedo tropical. Este último posee cerca del 70% del área, los suelos presentan sedimentación en las partes bajas, arcilloso en la parte intermedia y calcáreos en las partes altas (Asociación Patuca AP).

4.2 Materiales y Equipo

Los materiales que se utilizaron para este trabajo son los siguientes: mapas, hojas cartográficas, fotografías aéreas, dos almárganas de tres libras cada una, dos cintas métricas con una longitud de diez metros cada una, una cinta métrica con una longitud de cinco metros, dos cintas métricas de costurera, diez marcadores permanentes, dos rollos de maskin tape, un rollo de cinta aislante, una tijera, diez baldes pequeños, dos botes medianos con capacidad para cinco galones cada uno, dos paraguas quince sacos grandes, tres barrenos para extracción de suelo, un cilindro de metal de veinte centímetros de alto por diecisiete centímetros de diámetro, un plato metálico base, ocho paquetes de bolsas de camiseta de color negro, veinte libras de bolsas con una dimensión de veinte por veinticinco, dos machetes. Tres limas para afilar, Entre el equipo tenemos: estereoscopio,

dos clinómetros, dos cronómetros, computadora con los software, Arc view, map maker, GPS, clinómetro, cámara digital y otros. También se utilizó el equipo de Laboratorio de la Suelos de la Universidad Nacional de Agricultura.

4.3 Metodología

La caracterización se realizó mediante una extrapolación o cartografía libre, esta consiste en situar los puntos de observación en determinadas localizaciones que se suponen representativos. A partir de las descripciones de los suelos de estas superficies relativamente pequeñas extrapolar a superficies mayores que se suponen suficientemente homogéneas (Legros, 1960). La caracterización de la zona del parque Nacional Patuca fue realizada en tres etapas diferentes, las cuales se detallan a continuación.

4.3.1 Etapa preliminar

Esta etapa incluyó la elaboración del protocolo o perfil de investigación, los libros de campo, el presupuesto, recolección y recopilación de toda la información que existe sobre el suelo de esa zona. La obtención de imágenes satelitales con instituciones o proyectos, también la programación de giras de visita a la zona, ya que esto permitió conocer la tenencia de la tierra, vías de acceso y sobre todo una evaluación del uso actual de los suelos de la zona. Estas observaciones permitieron verificar y comparar la información real con la obtenida en la recopilación, en los mapas y hojas cartográficas.

Con las hojas cartográficas y fotografías aéreas se delimitó el área de estudio y mediante las visitas de observación también se identificó y seleccionó las áreas y puntos de muestreos representativos para la tomas de datos. De esta manera se foto interpretó la zona y se estableció la hipótesis a cerca del modelo de distribución de los suelos lo que permitió situar la distribución de los puntos donde se tomaron las muestras.

La identificación de los sitios de muestreo se realizó al azar satelitalmente, esto nos permite elegir los lugares homogéneamente, sin beneficiar ningún punto en específico. El sitio tiene 10 x 10 km de extensión. (100, 000 m²) La unidad básica de muestreo se denomina clúster (grupo) de puntos de muestreo y se compone de 16 recuadros de 2,5 x 2,5 km de extensión cada uno y se ubica un centroide de una manera aleatoria.

Cada grupo de puntos de muestreo se compone de 15 parcelas de las cuales solo 10 fueron muestreadas con una ubicación al azar, de tal manera que el centro de la parcela este dentro de un radio de 564m, esto minimiza sesgos locales que puedan derivarse de realizar un muestreo de conveniencia, ejemplo alado de caminos, dentro del cauce de un rio o quebrada etc. Cada parcela es de 1,000 m² (0.1 ha) y consta de cuatro sub-parcelas, 100 m² (0.01 ha) de tamaño.

4.3.2 Etapa de campo y toma de muestras

Una vez seleccionados los sitios de muestreo, los transectos y los puntos donde se tomaron las muestras, se procedió a la extracción de las muestras de suelo. Los sitios fueron seleccionados en base a criterios como ser: la forma del paisaje, la vegetación natural existente, cultivos, materiales originarios, los cuales serán identificados y definidos en las visitas a la zona o mediante las fotografías aéreas, mapas digitales u hojas cartográficas.

El muestreo de los suelos se realizó a dos profundidades: una 0 a 20 cm y la otra profundidad fue de 20 a 50 cm en el mismo lugar, también se extrajo una quinta muestra que posterior mente se sub dividió en cuatro partes, estas se realizó en un mismo agujero dentro de la sub parcela, lo más cercano al punto central, por lo que las muestras obtenidas llevaron las siguientes profundidades desde 0 a 20cm, 20 a 50cm, 50, a 80cm y de 80 a 120cm y con el equipo y procedimiento requerido para cada una de las propiedades a evaluar.

Cada una de las muestras tuvo un peso aproximado de 700 gr, cantidad requerida para el laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura en el cual se realizaron los análisis respectivos. La evaluación de estas dos profundidades permitió conocer las características de los suelos para realizar posteriormente la clasificación según la capacidad de uso y los diferentes mapas por propiedad y profundidad.

Las muestras se guardaron y se transportaron en bolsas plástico para evitar contaminación. Estas muestras fueron marcadas en cada uno de los sitios donde fueron recolectadas georeferenciado y describiendo el ambiente de donde se extrajo cada muestra.

4.3.3 Etapa de laboratorio y análisis

Una vez recolectadas y marcadas las muestras entraron a la etapa de análisis en el laboratorio, la cual inició con el secado al aire (ambiente) por tres o cuatro días. Posteriormente al secado, cada una de las muestras fue triturada y tamizada en un tamiz número 10 (diámetro de 2mm). Una vez tamizadas las muestras se procedió a realizar los análisis de cada una de las propiedades de acuerdo a su metodología, la cual fue descrita en el momento de enumerar las características a evaluar en esta caracterización.

4.3.4 Etapa de redacción y edición

En esta etapa se analizó e interpreto los resultados de los análisis tanto de campo como de laboratorio y se elaboraron los diferentes mapas por cada una de las características evaluadas. Además de los mapas representativos de las propiedades se elaborará un mapa de uso actual, uno de capacidad de uso y un mapa de conflictos el cual se obtiene de superponer el mapa de capacidad de uso sobre el mapa de uso actual.

4.4 Variables evaluadas a nivel de campo

4.4.1. Pendiente

Esta variable se midió utilizando el clinómetro y GPS tomando el promedio para las zonas homogéneas. Párese en el centro de la parcela (sub-parcela 1) y dirija su mirada hacia arriba de la pendiente a lo largo de la porción más empinada de la pendiente hasta el límite de la sub-parcela ubicada hacia arriba de la pendiente (sub-parcela 2). Utilice un clinómetro para medir la pendiente en grados. Repita el proceso en la dirección pendiente abajo. Asegúrese que se fija la vista a un punto que este a la misma altura que la altura de los ojos del observador. En terrenos escarpados (pendiente $> 10^\circ$), use la siguiente fórmula para calcular la distancia desde el punto central de la parcela a las otras sub-parcelas; distancia de pendiente = distancia horizontal / COS (Pendiente).

4.4.2 Profundidad del suelo y profundidad efectiva

Para la evaluación de esta variable se basó en la profundidad que se logró introducir el barreno en el suelo por cada zona homogénea. La profundidad del perfil consistió en medir desde la superficie del suelo hasta el material parental y la profundidad efectiva desde la superficie hasta donde se encuentren obstáculos para el desarrollo radicular. Para ello se hizo uso de cintas métricas.

4.4.3 Uso actual

El uso actual de la zona muestreada fue evaluado mediante dos métodos. 1) Visitas a las áreas del Parque Nacional Patuca y 2) usando fotografías aéreas. Con esta información se detalló el mapa de uso actual de las áreas del Parque Nacional Patuca clasificando las áreas en: bosque, matorral, matorral denso, pastos, cultivos en las siguientes categorías: Bosque (70-100% de cobertura), matorral (40% de cobertura), matorral denso (50-70% de

cobertura), las demás categorías a calificar como ser: pastos, cultivos, serán descritos según su distribución y área de ocupación.

4.4.4 Cobertura vegetal

La Calificación de la cobertura leñosa y herbácea se hicieron usando el método Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1928), donde la cobertura vegetal se califica entre 0 5 desnudo y > 65% cobertura. En cada sub-parcela se cuentan las plantas leñosas, arbustos teniendo en cuenta que tomamos de 1.5 - 3 m de altura para los arbustos y > 3 m de altura para árboles, para los cálculos de densidad. Mediciones basadas en las distancias entre árboles y arbustos se llevaron a cabo utilizando el método de T- cuadrado (Krebs, 1989) para determinar la distribución de la vegetación existente.

4.4.5 Muestreo del suelo

Las Muestras de la capa superficial (0-20 cm) y el sub-suelo (20-50 cm) fueron recolectadas en el centro de cada sub-parcela, posteriormente Se determinó la textura del suelo en el campo con cada muestra de la capa superficial y del subsuelo implementando la prueba de puño. Seguidamente se mezclan todas las muestras de suelo superficial, para obtener una muestra compuesta para cada parcela la cual tiene un peso aproximado de 700 gr. El mismo procedimiento se sigue para obtener la muestra compuesta del subsuelo.

Cabe mencionar que en algunos puntos hubo problemas para alcanzar la profundidad de 50 cm con el barreno esto debido a irregularidad en el terreno (terreno rocoso o poco profundo) de igual manera se registró la profundidad que se logró alcanzar en cada sub-parcela en centímetros.

4.4.6 Erosión del suelo causada por el agua

Los signos visibles de la erosión laminar incluyen áreas desnudas, charcos de agua en la superficie del suelo tan pronto como cae la lluvia, raíces de gramíneas visibles, raíces de los

árboles expuestas, al subsuelos. Para efectos de identificación específica clasificaremos la erosión de tres maneras o formas las cuales se detallan a continuación.

La erosión laminar es la eliminación uniforme del suelo en capas delgadas. Suelos donde se da el sobrepastoreo y suelos cultivados son más vulnerables a la erosión laminar. Erosión en surcos es el estado intermedio entre la erosión laminar y en cárcavas. Surcos son líneas de drenaje superficiales (menos de 30 cm de profundidad). Los canales son poco profundos que por lo general estos pueden ser removidos por labores de labranza. Erosión en cárcavas es la consecuencia de agua que corta en el suelo a lo largo de la línea de flujo. Las cárcavas son más profundas que 30 cm. A diferencia de los surcos, las cárcavas no pueden ser eliminadas por las labores de labranza común.

4.4.7 Capacidad de infiltración del suelo

Las mediciones de infiltración del suelo son la parte que más tiempo tomaron por lo que se comenzó con estas mediciones tan pronto como fue posible. Se buscó obtener el máximo número de mediciones de la velocidad de infiltración, con un mínimo de tres pruebas en cada grupo de 10 parcelas haciendo un total de cuarenta y ocho (48) pruebas de infiltración.

La asignación de las pruebas fue al azar para cada parcela antes de salir a realizarlas al campo. Para completar las mediciones de la infiltración se utilizó un aro de infiltración con un diámetro exterior de 17 cm y 20 cm de altura, un martillo de cabeza gruesa plana ambos lados, la cantidad de agua utilizada para cada prueba fue variante, esto debido a factores como contenido de materia orgánica en el suelo, textura y condiciones ambientales (presencia de lluvia) una hoja de registro de infiltración un cronometro y lápiz.

El anillo de infiltración se colocó en el centro de la sub-parcela, buscando un lugar más o menos parejo esto para asegurase de que el agua no se escapa por el borde inferior del anillo, se enterró el anillo de 2 cm hasta 5 cm (en algunos casos) en el suelo teniendo cuidado de no perturbar la superficie del suelo, se humedeció el suelo con 2-3 litros de

agua, por un tiempo de 15-20 minutos esto con el objetivo de remojar el suelo y no tener tanta variación al principio de la medición, cabe mencionar que el llenado del cilindro no fue total, esto debido a que se evitó el derrame de agua cerca del cilindro.

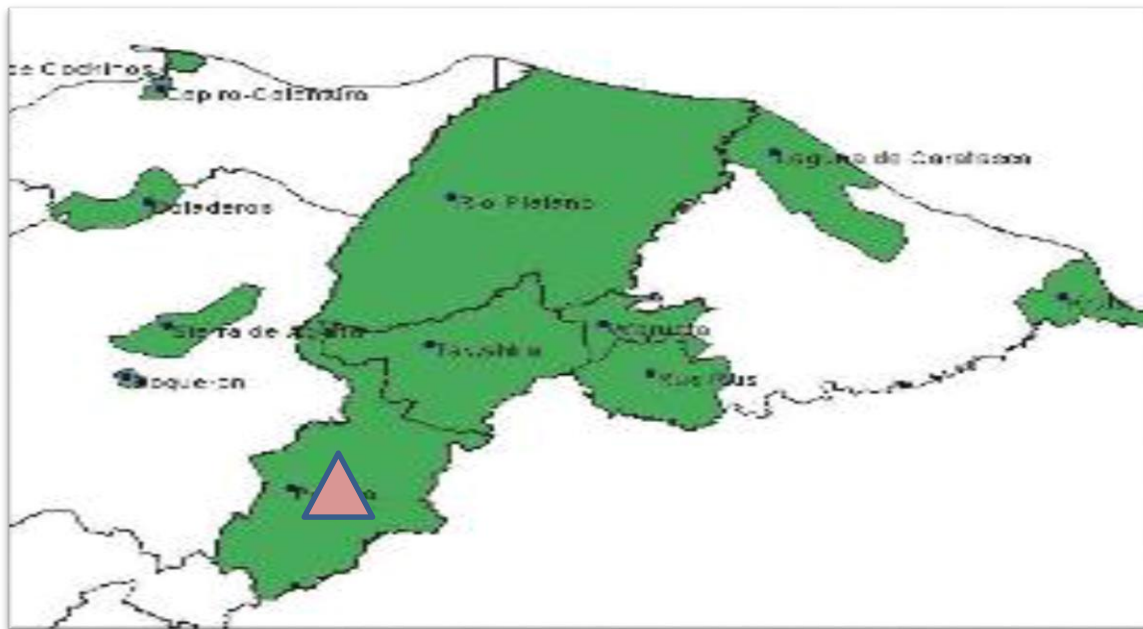
Las tasas de infiltración en el inicio de la prueba fueron muy variables. Por lo tanto durante la primera media hora de la prueba se hicieron registros de tiempo que oscilaron entre 1 y 5 minutos. Después de hacer cada registro se llenó el cilindro con agua hasta el nivel inicial. Después de la primera media hora se hizo lecturas a intervalos de 10 a 20 minutos por un periodo adicional de 2 horas, o hasta que las tasas de infiltración se han estabilizado.

4.4.8 Posición topográfica

La forma de relieve y la posición topográfica, visualmente se inspeccionó el área que rodea la parcela y se seleccionó las categorías apropiadas. Las categorías de la posición topográfica se dividen en cuatro partes que se describe en la figura 8. Tierra alta, cresta, pendiente media y base de la pendiente.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Parque Nacional Patuca (PNP), específicamente en la zona de Río Blanco se muestreo un área de 100,000 m² (10 km de largo por 10 km de ancho) con el fin de identificar el nivel de degradación de estos suelos en relación al uso que actualmente se le está dando a dicho suelo, así como el de obtener una base de información para los suelos de esa zona. Cabe mencionar que la elección de dicho sitio trae consigo un interés particular en dicho estudio ya que la Universidad Nacional de Agricultura como una institución comprometida con el desarrollo de nuestros productores a través de su programa Escuelas de Campo (ECAs) provee de asistencia técnica y capacitación constante a los productores de dicha zona.



Fuente. <http://www.google.hn/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com>

Figura 1. Ubicación geográfica de la caracterización

Es indispensable para la Universidad tener conocimiento el estado actual de dicho ambiente, debido que de los resultados obtenidos es como podremos hacer un análisis profundo y de esa manera podremos orientar a los productores a elaborar prácticas que vallan de la mano con el ambiente, de esa forma pretendemos lograr concientizar a los pobladores de la importancia de preservar los recursos naturales y de los múltiples impactos que dejan las malas prácticas agrícolas y ganaderas.

Los resultados encontrados dejan al descubierto la situación edafoclimática que actualmente atraviesa dicha zona, el análisis de los resultados encontrados son contundentes al revelar el mal manejo de los suelos por parte de los productores y al grado de no encontrar ni una tan sola obra de conservación de suelos, cantidades considerables de hectáreas de bosque han sido sustituidas por pastos de especies exóticas y el recurso hídrico cada vez se ve disminuido sustancialmente.

Cabe mencionar que los calificativos con los cuales se ha concluido sobre la situación encontrada están basados en parámetros ya establecidos por instituciones u/o individuos que por décadas se han dedicado al estudio de cada una de las propiedades del recurso suelo.

Con base en los datos obtenidos podemos decir que el grado de erosión causado al suelo es moderado ya que existe una profundidad considerable y la velocidad de infiltración nos indica que el suelo tiene una buena retención de agua, con las condiciones actuales se puede conservar en algunas zonas siempre y cuando se haga un alto a la deforestación y recomendando mejorar aquellas zonas donde la pendiente es muy pronunciada y donde existen fuentes de agua cerca implementando obras de conservación, reforestación de especies maderables o endémicas de la zona, evitar el sobrepastoreo, implementar sistemas silvopastoriles y tratar de mantener un equilibrio hombre-ambiente.

5.1 Parcelas muestreadas

En la etapa preliminar del proyecto centinela se hizo una elección del sitio de interés para la realización del estudio, el cual consta de dieciséis (16) parcelas denominadas (clúster) y a su vez cada parcela consta de quince (15) sub parcelas denominadas (plot). De cada clúster se muestrearon diez (10) plot, la elección de cada uno de estos plots muestreados corresponde a diversas situaciones de imprevistos encontradas en el campo como ser zonas pantanosas, terrenos extremadamente rocosos y terrenos con pendiente extremadamente escarpada

Debido a la complejidad de los ecosistemas naturales, se necesitan múltiples perspectivas para entender los procesos ecosistémicos, y la variabilidad de las variables ecológicas a escalas espaciales diferentes. Es por ello que el proyecto Centinela ha implementado esta metodología la cual se basa en un muestreo jerárquico anidado adecuado para desarrollar el modelo predictivo de carácter global, manteniendo al mismo la relevancia local, y es de esta forma que nos estamos asegurando de hacer un estudio representativo del área para hacer una aplicación general de corrección.

5.2 Pendiente promedio de la zona

Estudios realizados por la FAO demuestran que Más del 65% del territorio hondureño es montañoso, con un promedio similar al 50% de este es el encontrado en el área de estudio, la figura de la parte de abajo nos muestra la variación de la pendiente que va desde un 9 % hasta un 35%, esta variable está estrechamente relacionada con la altura.

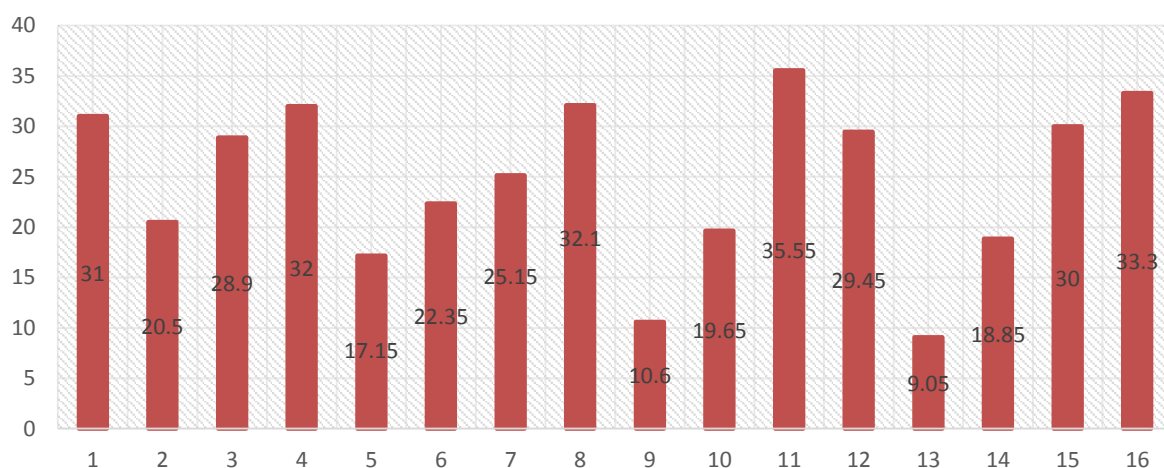


Figura 2. Pendiente promedio encontrada según el muestreo realizado.

La inclinación del terreno constituye un factor esencial que controla o interviene en la sensibilidad ambiental. La pendiente se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; prácticamente todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo a su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno. En este contexto, existen intervalos bien definidos para describir la pendiente (Lugo, 1988, Pedraza, 1996).

5.3 Profundidad del suelo

Los resultados encontrados en la (figura 3) nos muestran que existe poca variabilidad en lo que a profundidad respecta, este resultado es abalado por la vegetación existente en las zonas estudiadas ya que en su mayoría más del (70%) son pasturas y la parte restante se compone de pequeñas áreas de bosque y en un porcentaje bajo áreas de cultivo, cabe mencionar que solo en las parte altas es donde se tuvo mayor restricciones esto debido a factores culturales y prácticas agrícolas que dejan con poca o ninguna cubierta al suelo, al llegar las lluvias están arrastran las partículas y las llevan hacia las partes más bajas, debido a la topografía y a las practicas inadecuadas es que cada vez el recurso se pierde por la falta de información.

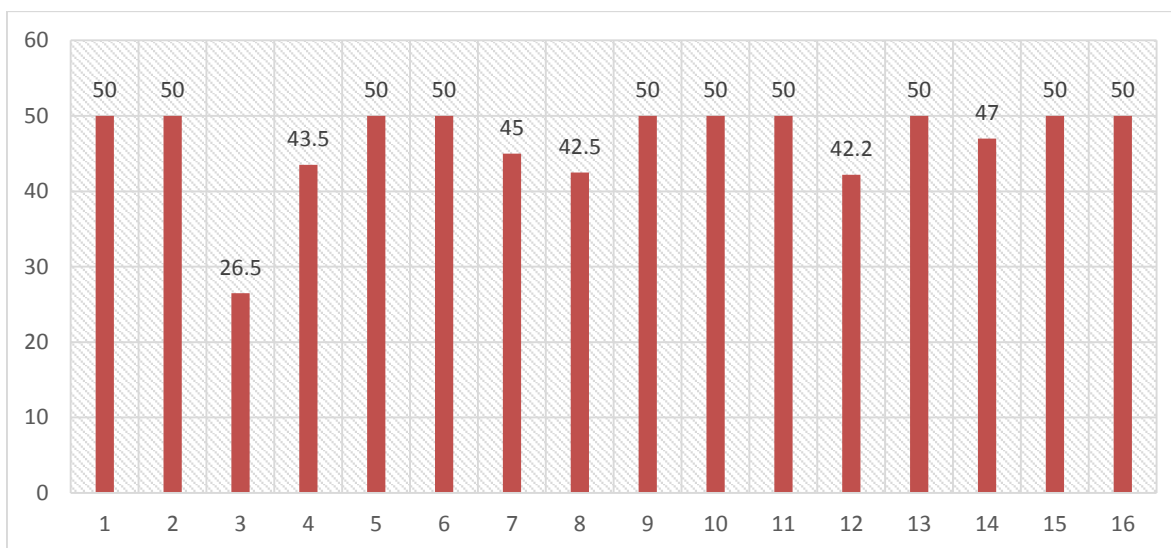


Figura 3. Promedio encontrado para la profundidad del suelo en cm.

La profundidad del suelo es muy importante porque de ella depende el volumen de agua que el suelo puede almacenar para las plantas, estudios realizados por la FAO revelan que un suelo con profundidad de 0.60 mts puede almacenar el doble de agua que un suelo de 0.30 mts, esto se verá refleja en el volumen de las raíces de la planta. A una mayor profundidad mayor densidad aparente y la raíz de la planta profundizara hasta donde las condiciones de aireación y drenaje le permitan respirar cómodamente.

5.4. Uso actual de los suelos

5.4.1 Terrenos con Vegetación Cultivada (alimento)

Son las tierras que están siendo aprovechadas por los agricultores, mediante el cultivo de especies alimenticias e industriales, como maíz, frutales, café, principalmente.

5.4.2 Terrenos con Cobertura Arbustiva (leña)

Son las tierras que se encuentran principalmente a las orillas de ríos o que existen nacientes de agua que por lo general están protegidas por los habitantes de la zona, también hay que hacer notar que el volumen de estas zonas cada vez es menor debido a la demanda de áreas para alimentar la creciente población ganadera.

5.4.3 Terrenos con Cobertura gramínea (pastura)

Aquí podemos encontrar el mayor porcentaje del área debido a que esta zona representa la mayor producción ganadera y es quien suministra en un 80 % de productos pecuarios a toda la zona de Catacamas y alrededores, es conocido para muchos que más del 60 % de las familias que habita en esa zona se dedican a la actividad .

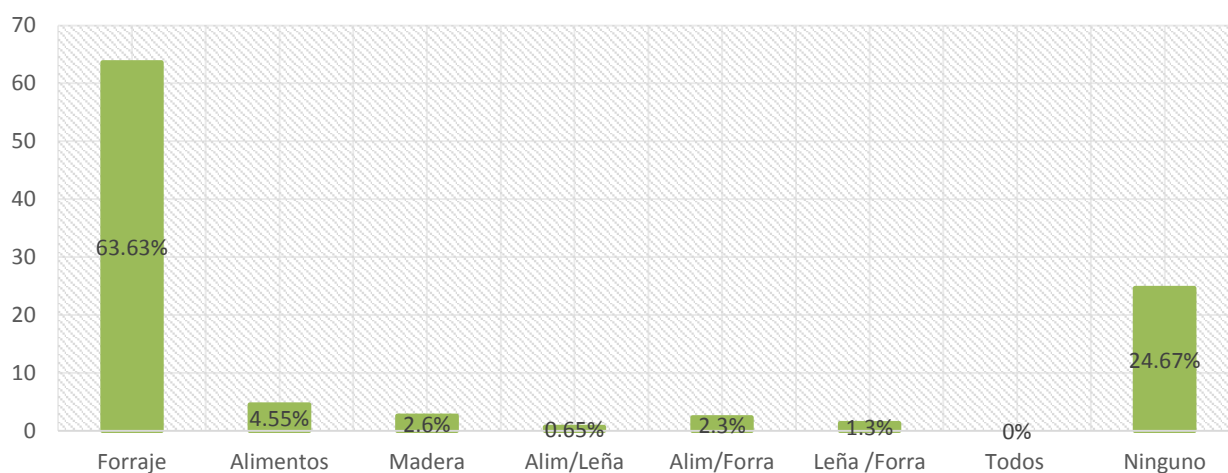


Figura 4. Uso actual del suelo dado en porcentajes (%).

5.5. Cobertura vegetal

La figura de abajo representa la variación encontrada al momento de clasificar el porcentaje de cobertura que cubre el suelo, debido al rubro que se dedican la mayoría de los pobladores de esta zona existe un porcentaje considerable de cobertura que obedece a la demanda de alimentos y forraje para el ganado, también pudimos observar la presencia de especies exóticas destinadas para alimentación bovina.

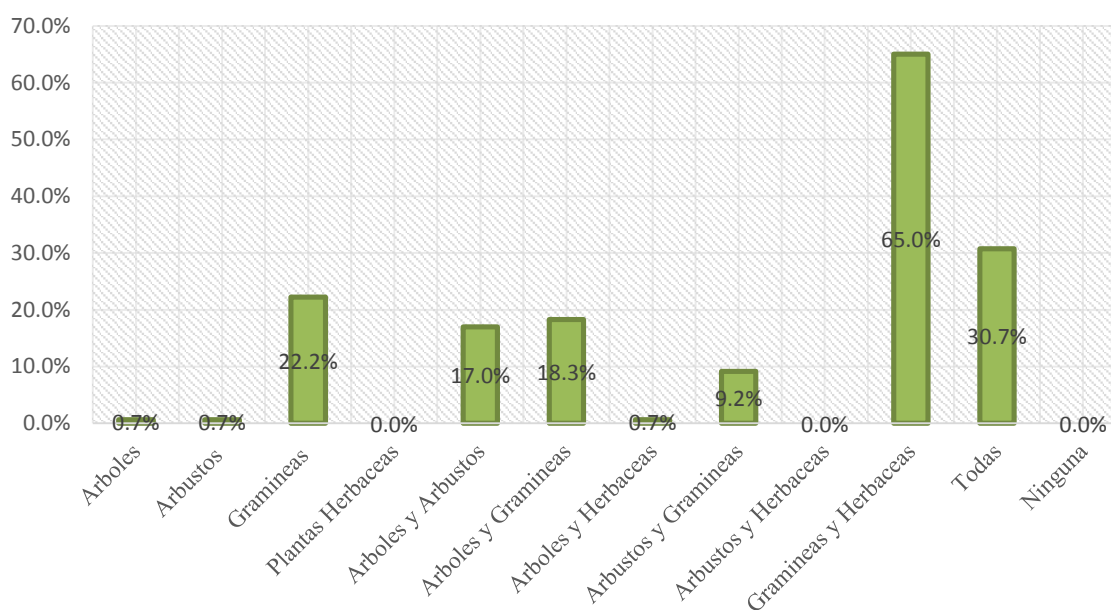


Figura 5. Porcentajes (%) encontrados en la evaluación de la cobertura del suelo.

La cobertura Vegetal representa la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos sobre un espacio determinado, es decir es el resultado de la asociación espacio temporal de elementos biológicos vegetales característicos, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales. La importancia de las plantas de cobertura radica en que estas tienen el propósito de mejorar la fertilidad, proteger al suelo en contra de la erosión, mejorar la estructura del suelo y preservar un balance favorable entre plagas y predadores.

5.6. Nivel de erosión

Los resultados encontrados rebelan los daños causados o provocados por diversos factores como lo son las lluvias, riachuelos y quebradas desbordadas ya que todos conllevan al arrastre de partículas las cuales se van desprendiendo a medida que el agua aumenta su velocidad e intensidad. La erosión tiene lugar de forma espontánea en la naturaleza, su intensidad varía de unos escenarios a otros. Pero los más frecuentes son Las lluvias, la topografía, las características físico-químicas del suelo, el uso y manejo, y las prácticas o ausencia de estructuras de conservación del suelo, estos determinan la erosión del mismo

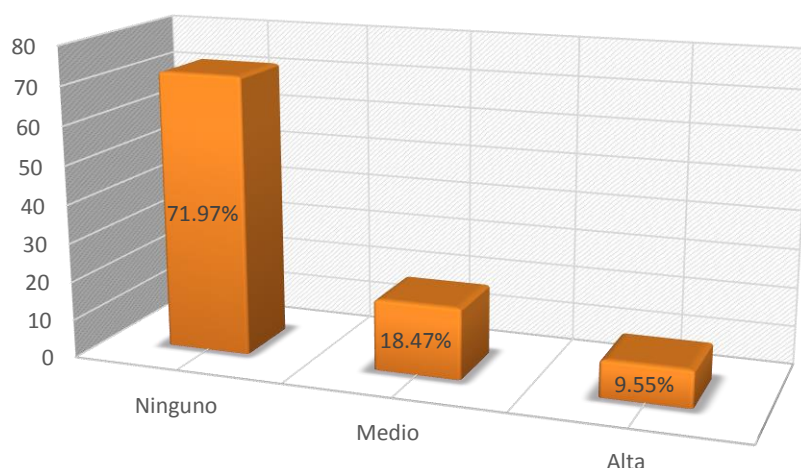


Figura 6. Resultados obtenidos en la evaluación del grado de erosión visible del suelo

El grado de educación ambiental es fundamental al momento de realizar prácticas agrícolas ya que al no contar con la información adecuada estamos contribuyendo a la destrucción de cualquier ambiente, en todo el recorrido para la elaboración de este trabajo no se pudo observar obras de conservación de suelos, lo que nos da un indicio del grado de degradación que sufre este suelo. Los valores que corresponden a 1 determinan ningún tipo de erosión encontrada, los valores que corresponden a 2 determinan la degradación por la presencia o ausencia de hojas, mientras que los valores que están entre 3 y 4 representan la degradación causada por riachuelo y quebrada respectivamente.

5.7 Textura.

Los resultados encontrados en la medición de esta variable nos muestra que los suelos de esta zona están dominados por los suelos franco arenoso y franco arcilloso, no obstante pudimos encontrar que la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen está relacionada con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman. Esta propiedad es de gran ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de la planta.

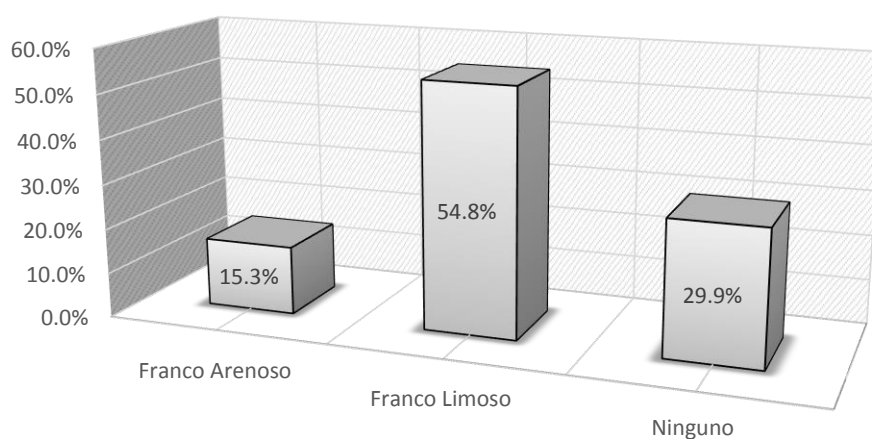


Figura 7. Textura del suelo encontrada de 0-20 cm de profundidad

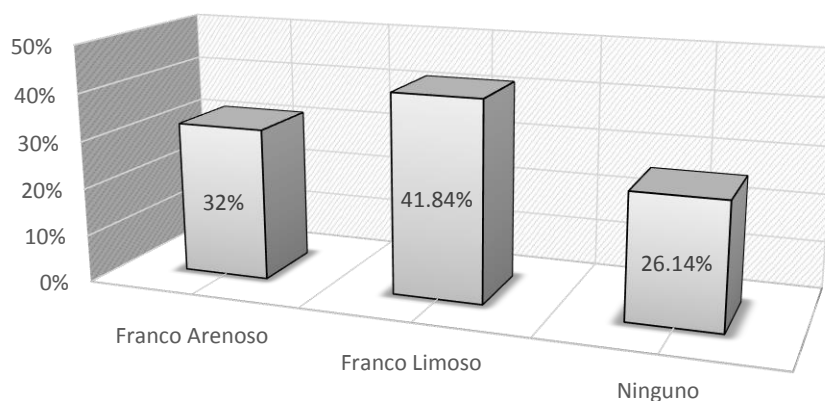


Figura 8. Textura del suelo encontrada de 20-50 cm de profundidad

5.8. Velocidad de infiltración

Los resultados encontrados para esta variable corresponden a una variabilidad que obedece a diversos factores como ser contenido de materia orgánica presente en el suelo, textura, presencia o ausencia de cobertura vegetal, tipo de especies vegetales y condiciones ambientales, la presencia de diversos escenarios deja como resultado una variabilidad en la recolección de dichos resultados, los datos abajo descritos están dados en litros/parcela

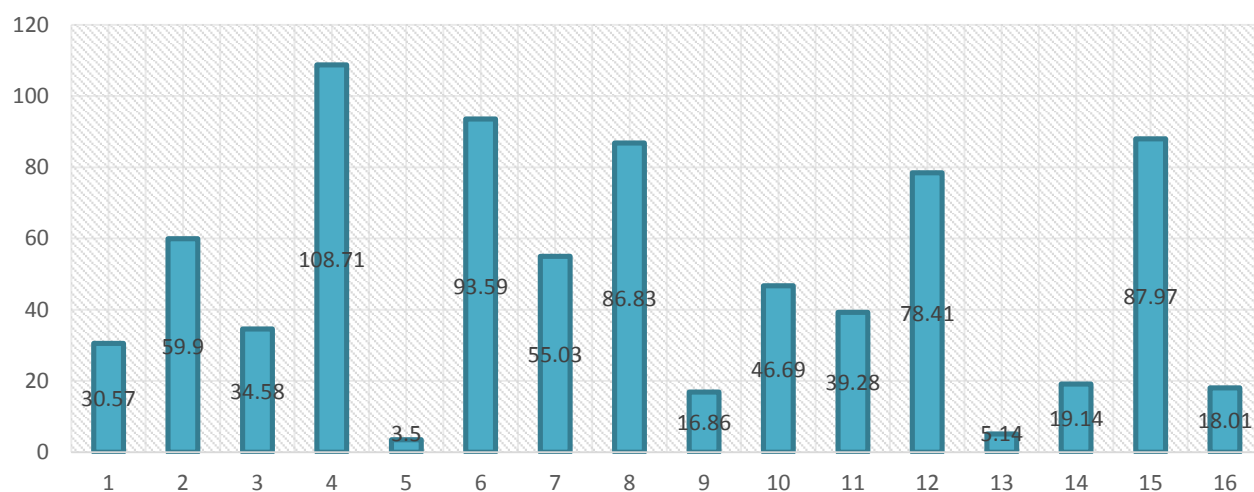


Figura 9. Resultados obtenidos en las pruebas de infiltración.

Con frecuencia se pudo observar que la velocidad de infiltración no es siempre la misma para un mismo suelo, esta depende de las condiciones de humedad y materia orgánica que presente el suelo. Cuando el suelo se encuentra seco la infiltración tiene sus máximos valores y luego conforme cada vez está más húmedo su capacidad de admitir más agua es cada vez menor hasta que en condiciones de saturación total alcanza un valor constante.

Mientras la velocidad de aporte de agua a la superficie del suelo sea menor que la infiltrabilidad, el agua se infiltra tan rápidamente como es aportada, esto nos dice que la velocidad de aporte determina la velocidad de infiltración, el proceso es controlado por el flujo. (Gurovich, 1985).

VI CONCLUSIONES

Los hábitats del Parque Nacional Patuca se encuentran amenazados por tres causas principales que son:

- La deforestación
- Los incendios
- La degradación de los suelos

La degradación de los suelos puede generarse por los incendios y por la erosión o lixiviación. Dicha degradación de suelos se da al perder los suelos su composición original y no mantener el poder de regeneración de los hábitats.

Los fenómenos de lixiviación y erosión son generados por la deforestación y, por el sobrepastoreo que causa la ganadería y las prácticas agrícolas inadecuadas que se desarrollan dentro del parque en terrenos con altas pendientes.

Existe una demanda de tierra por inmigrantes que vienen de otras regiones del país a instalarse y por ganaderos para establecer pastizales ya que la población ganadera cada día va en aumento.

También podemos mencionar que los incendios, que se dan por la agricultura desarrollada por los practicantes de la agricultura migratoria que habitan en la zona. Generalmente, al desarrollar la actividad de tumba, roza y quema, el fuego se pasa al bosque, transformándolo y en la mayoría de las ocasiones desapareciendo los hábitats en su totalidad.

VII RECOMENDACIONES

La implementación de un estudio socioeconómico por parte de la UNA será de gran ayuda ya que este nos revelaría un aproximado del total de la población que habita en esta zona, las condiciones de vida de esta y actividad a la que se dedican, de esta forma sabremos a la magnitud del problema que enfrentamos.

Implementación de programas para la Capacitación por parte de la Secretaria de Recurso Naturales a los ganaderos y agricultores de la zona, haciendo énfasis en las buenas prácticas agrícolas y en la importancia que tiene la preservación de los recursos naturales para nuestra subsistencia

Se debe implementar un proceso de restauración de hábitat aplicable a las zonas más degradadas principalmente a aquellas que presentan poca o ningún tipo de cobertura vegetal

Implementar obras de conservación de suelos al menos en aquellas zonas donde la pendiente es más pronunciada ya que es ahí donde hay un mayor porcentaje de erosión principalmente de terrasetas causada por el ganado que repasta en las laderas.

Delimitación del uso de áreas por parte de ICF como institución reguladora y como un aporte por parte del gobierno a través de la aplicación de ley de ordenamiento territorial estableciendo acuerdos con los dueños de la tierra para que las parcelas en recuperación tengan un pleno desarrollo y su recuperación sea más rápida

VIII BIBLIOGRAFÍA

Baver, L. D.; Gardner, W. H.; Gardner, W. R. 1973. Física de suelos. Trad. Jorge

Carrol, D. M., Evans, R., Bendelolow, V.C. 1977. Air photointerpretation for soil mapping. Monog. Tec. N° 8. Soil Survey of England and Wales, Harpenden.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 1972. Relación suelo-planta-agua. México, D.F. Trillas. 115 p.

Dourojeanni, A. 2000. Procedimientos de gestión para sustentable. Serie de manuales # 10 ONU. Santiago de Chile. 456 p.

Fassbender, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Segunda edición. CATIE/ GTZ. Turrialba, Costa Rica. 493 p.

Gavande, S. A. 1972. Física de suelos. Principios y aplicaciones. México, D. F. LIMUSA. 351p.

Montenegro, H. 2000. Interpretación de las propiedades físicas del suelo. Textura, estructura, densidad, aireación. En: fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para el riego. Bogotá. SCCS. Págs. 99-127

Morgan, R.P.C. 1997. Erosión y conservación del suelo. Versión española de P. Urbano Terrón y J. De M. Urbano. Madrid, España. Ediciones Mundi prensa. 582 p.

Moreno, M. 1998. Diagnóstico agro-socioeconómico y ambiental de la subcuenca Cuyamel, Parque Nacional Patuca. Secretaria de Agricultura y Escuela Nacional de Agricultura. Tesis. Catacamas, Olancho, Honduras. 78p.v

Mota, J. F. 2004. Flora y vegetación de la provincial de Almería. España.

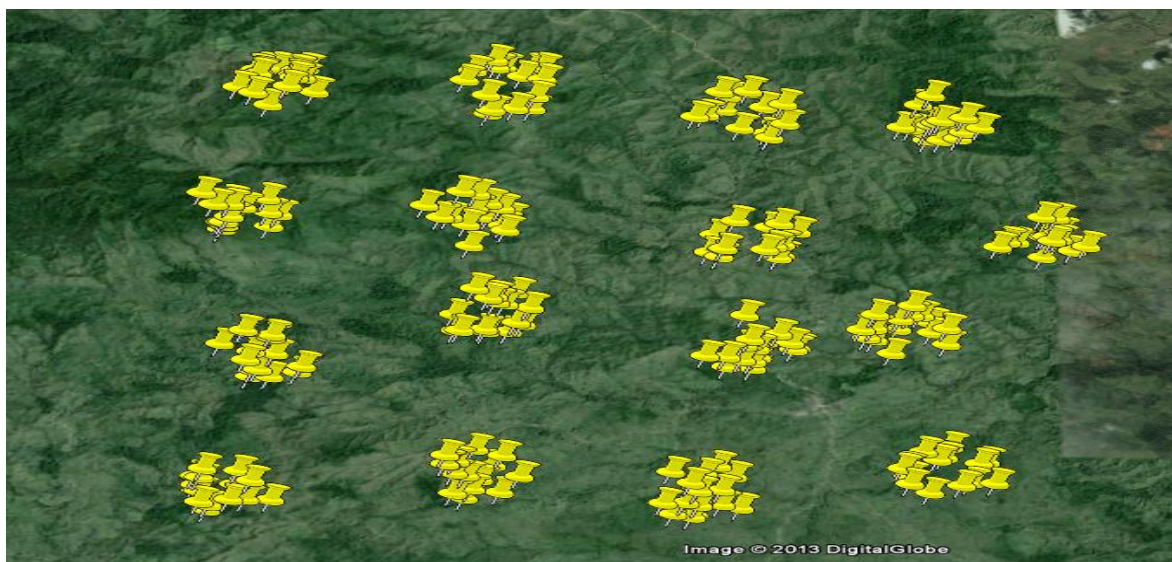
Soil Conservation Service. 1972. Soil Survey Laboratory. USDA. Dep. Agric. Washington. USA.

Tamhane, R.V.; Motiramani, D. P.; Bali, Y.P. en colaboración de Donahue, R. L. 1986. Suelos, su química y su fertilidad en los suelos tropicales. Nueva Delhi, La India. Editorial Diana. 56 p.

Vega, I. 1982. Uso y manejo del agua. Segunda edición. Monterrey, México. Editorial Instituto Tecnológico de estudios superiores de Monterrey. 334 p

IX ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de puntos tomados satelitalmente



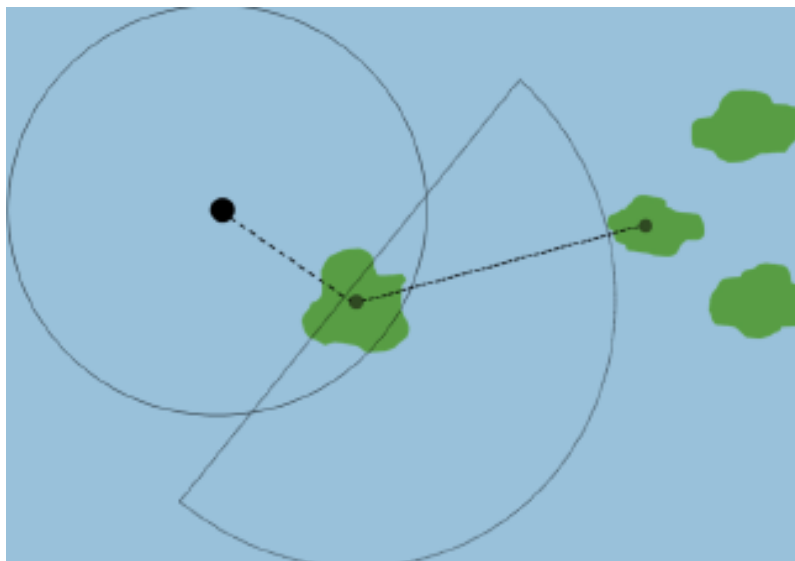
Anexo 2. Toma de muestra de suelos a dos profundidades



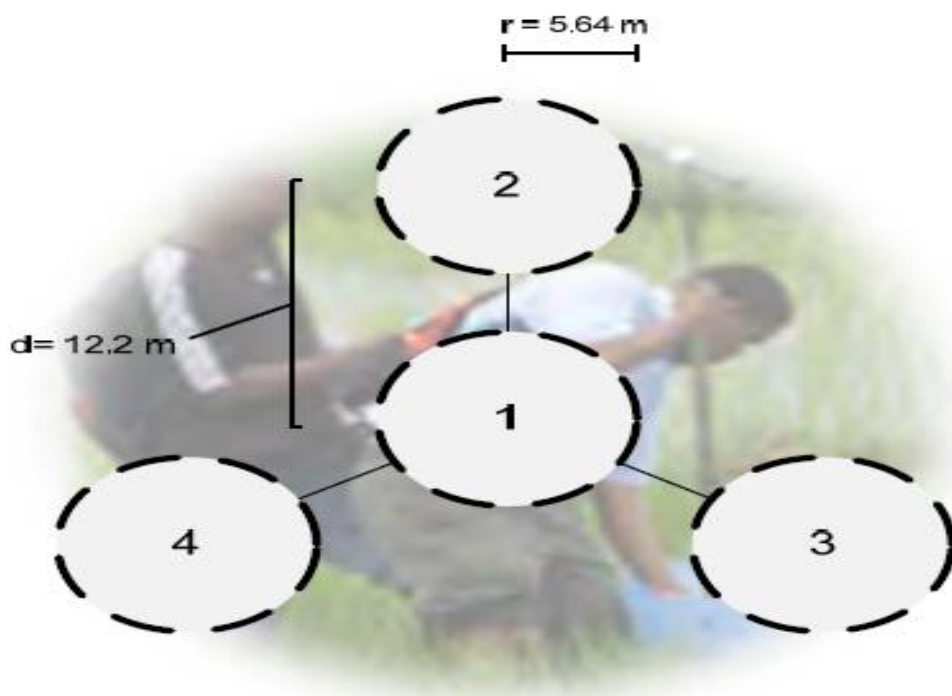
Anexo 3. Selección de sitio haciendo uso del GPS para la toma de muestras de suelos



Anexo 4. Método T-cuadrado ideal para muestrear Comunidades de plantas



Anexo 5. Diseño de brazos radiales implementado para la toma de muestras de suelo



Anexo 6. Diferentes erosiones encontradas



Anexo 7. Prueba de infiltración



Anexo 8. Parámetros de clasificación de la posición topográfica

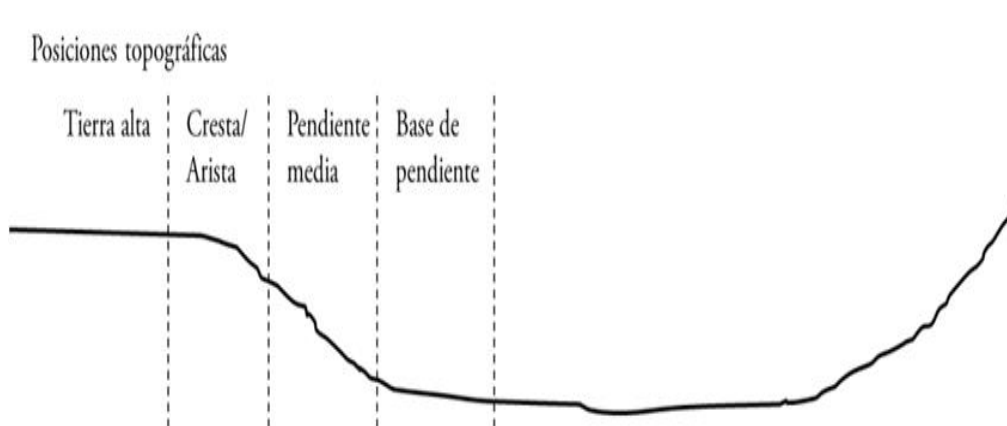


Tabla 1. Sub parcelas muestreadas en el proyecto Centinela.

cluster #	plot #	cluster #	plot #	cluster #	plot #	cluster #	plot #
1	1	5	1	9	1	13	2
1	2	5	3	9	2	13	3
1	4	5	4	9	3	13	4
1	5	5	6	9	4	13	5
1	6	5	7	9	5	13	6
1	7	5	8	9	6	13	7
1	8	5	9	9	7	13	8
1	10	5	10	9	8	13	9
1	12	5	11	9	10	13	13
1	13	5	12	9	13	13	15
2	1	6	1	10	1	14	1
2	2	6	2	10	2	14	2
2	3	6	4	10	3	14	3
2	4	6	5	10	4	14	4
2	6	6	6	10	6	14	5
2	8	6	7	10	7	14	7
2	9	6	8	10	8	14	8
2	10	6	9	10	9	14	9
2	11	6	10	10	10	14	10
2	14	6	15	10	14	14	15
3	2	7	1	11	1	15	1
3	4	7	2	11	2	15	4
3	5	7	3	11	4	15	5
3	9	7	5	11	6	15	6
3	10	7	6	11	7	15	8
3	12	7	7	11	8	15	9
3	14	7	8	11	9	15	10
3	15	7	10	11	10	15	11
3	GPS	7	11	11	11	15	13
3	GPS	7	15	11	12	15	14
4	1	8	1	12	2	16	1
4	2	8	2	12	4	16	2
4	3	8	3	12	5	16	3
4	4	8	4	12	6	16	4
4	6	8	5	12	7	16	5
4	7	8	6	12	8	16	6
4	9	8	7	12	9	16	8
4	10	8	8	12	10	16	10
4	13	8	9	12	13	16	12
4	14	8	10	12	15	16	13

Tabla 2. Hoja de clasificación de datos para cada parcela.

Site Name Cluster No Plot No Date (dd/mm/yyyy) PhotoID	UTM zone (if UTM) Latitude (Northing) Longitude (Easting) Elevation (m) Pos error (m)	AfSIS Data-Entry Country Name
--	---	--

PLOT

Slope Up: Slope Down:

Major landform ☐ Level ☐ Sloping ☐ Steep ☐ Composite

Landform designation ☐ Medium gradient mountain ☐ Ridges ☐ High gradient mountain ☐ High gradient valley ☐ Major depression
☐ Medium gradient hill ☐ Mountainous highland ☐ High gradient hill ☐ Valley ☐ Plain
☐ Medium gradient escarpment ☐ Dissected plain ☐ High gradient escarpment ☐ Narrow plateau

Position on topographic sequence ☐ Upland ☐ Ridge/Crest ☐ Midslope ☐ Foothlope ☐ Bottomland

Artificial surface? ☐ Yes ☐ No

Vegetation cover <4% for 10 mo yr⁻¹? ☐ Yes ☐ No

Plot regularly flooded? ☐ Yes ☐ No

Plot cultivated or managed? ☐ Yes ☐ No

Vegetation types Trees ☐ Yes ☐ No Shrubs ☐ Yes ☐ No	Graminoids ☐ Yes ☐ No Forbs ☐ Yes ☐ No	Other ☐ Yes ☐ No
---	---	--

Woody leaf types Broadleaf ☐ Yes ☐ No Needleleaf ☐ Yes ☐ No	Aliophytic ☐ Yes ☐ No Evergreen ☐ Yes ☐ No	Deciduous ☐ Yes ☐ No
---	---	--

Vegetation structure

Other description:

HerbHeight ☐ 0.80 - 3.00 ☐ 0.30 - 3.00 ☐ 0.30 - 0.80 ☐ 0.03 - 0.30 Herbaceous annual? ☐ Yes ☐ No ☐ Mixed

Vegetation strata description

Same landuse since 1990 ☐ Yes ☐ No ☐ Don't know

Land ownership ☐ Private ☐ Communal ☐ Government ☐ Don't know

Primary current use Food/Beverage ☐ Yes ☐ No Timber/Fuelwood ☐ Yes ☐ No	Forage ☐ Yes ☐ No Other ☐ Yes ☐ No
---	---

Describe land cover / use history

Soil and water conservation structures ☐ None ☐ Vegetative ☐ Structural

Description:

Number of structures

SUB-PLOT

	1	2	3	4
Rock / stone / gravel cover	☐ <5 ☐ 5-40 ☐ >40	☐ <5 ☐ 5-40 ☐ >40	☐ <5 ☐ 5-40 ☐ >40	☐ <5 ☐ 5-40 ☐ >40
Visible erosion	☐ None ☐ Rill ☐ Sheet ☐ Gully/Mass	☐ None ☐ Rill ☐ Sheet ☐ Gully/Mass	☐ None ☐ Rill ☐ Sheet ☐ Gully/Mass	☐ None ☐ Rill ☐ Sheet ☐ Gully/Mass
Woody cover rating	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65
Herbaceous cover rating	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65	☐ Absent ☐ 15 - 40 ☐ < 4 ☐ 40 - 65 ☐ 4 - 15 ☐ > 65
Auger depth restriction (cm)				
Topsoil ribbon (mm) / Texture feel				
Subsoil ribbon (mm) / Texture feel				

	Shrubs				Trees			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Subplot plant density (count)								
Point - plant distance (m)								
Plant - plant distance (m)								
Height (m)								
Length (m, Shrubs) / Circ (cm, Trees)								
Width (m)								
Tree species								

Impact on habitat

Impact of tree cutting	Impact of agriculture	Impact of grazing	Impact of fire	Urban activities	Industrial activities	Impact of erosion	Impact of alien vegetation	Impact of firewood collection
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3

Tabla 3. Hoja de clasificación de datos para la velocidad de infiltración

LDSF registro de infiltración			
ID Bloque		ID Parcela	
ID Grupo		Fecha	
Minuto comienzo	Minuto final	Nivel comienzo (cm)	Nivel final (cm)
0	5		
5	10		
10	15		
15	20		
20	25		
25	30		
30	40		
40	50		
50	60		
60	70		
70	80		
80	90		
90	110		
110	130		
130	150		

Tabla 4. Agrupación de los suelos según la pendiente.

Pendiente	Definición
< 7 %	Ligera
7 – 15 %	Moderada
15 – 20 %	Fuerte
20 – 25 %	Muy fuerte
25 – 30 %	Abrupta
>30 %	Muy abrupta

Tabla 5. Parámetros para la clasificación de suelos según su profundidad.

Numero	Profundidad efectiva	Definición
1	de 0 a 25 cm	Muy superficial
2	de 25 a 50 cm	Superficial
3	De 50 a 100 cm	Moderadamente superficial
4	de 100 a 150 cm	Moderadamente profundo
5	Mayor que 150 Cm	Profundo

Tabla 6. Parámetros para evaluar la textura del suelo.

Numero	Textura de la superficie	Descripción
1	Arenosa	Más del 85 % de arena
2	Franco arenosa	80-90 % de arena
3	Arenosa franca	< 20 %arcilla, 50-80 % arena
4	Arenosa arcillosa franca	20-30 % arcilla;50-80% arena
5	Arcillosa franca	20-30 % arcilla; 50%arena
6	Arenosa arcillosa	> 30 % arcilla; 50-70 %arena
7	Arcillosa	30-50% arcilla; < 50%arena
8	Fuertemente arcillosa	> 50 % arcilla

Tabla 7. Parámetros para la clasificación del grado de erosión

Erosión	Descripción
No aparente o ligera	Mínimo impacto
Moderada	Generalmente pérdidas de suelo superficial y/o algún tipo de corte por escorrentía, canales o cárcavas
Severa	Generalmente moderada pérdida de suelo superficial y/o marcados cortes por escorrentía, canales o cárcavas
Muy severa	Truncamiento completo del perfil del suelo con exposición del subsuelo (horizonte B) y/o profundos e intrincados cortes por escorrentía, canales y cárcavas.