



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES
AUTONOMAS DE LA COSTA
CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN
(Extensión Waslala)**

**Afectación en suelos por erosión hídrica en
fincas ganaderas y cacaoteras Waslala -
RAAN 2012**

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

AUTORES:

Br. Nelson Isaías Ordoñez Ortega

Br. Marvin Palacios Montes

TUTOR: Ing. Milton Fajardo Salgado

Waslala, Noviembre 2012

UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES
AUTONOMAS DE LA COSTA
CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN

(Extensión Waslala)

Afectación en suelos por erosión hídrica en fincas
ganaderas y cacaoteras Waslala - RAAN 2012

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

AUTORES:

Br. Nelson Isaías Ordoñez Ortega

Br. Marvin Palacios Montes

TUTOR: Ing. Milton Fajardo Salgado

INDICE.

AGRADECIMIENTO.	ii
RESUMEN.	iii
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. OBJETIVOS.	2
III. MARCO TEÓRICO.	3
3.1 Erosión de suelos	3
3.2 Influencia de las precipitaciones ante los procesos erosivos.	4
3.4 Tipología de los procesos erosivos que afectan el suelo.	5
3.5 Influencia de manejo de plantaciones, carga animal, cobertura vegetal, y la pendiente ante los procesos erosivos.	7
3.5.2 Influencia de la carga animal ante los procesos erosivos.	10
3.5.3 Influencia de la cobertura vegetal ante los procesos erosivos:	11
3.5.3.2 Efecto ante la lluvia.	11
3.5.4 Influencia de la pendiente ante los procesos erosivos.	13
3.6 Superficie de suelo afectada por erosión en Nicaragua, niveles aceptables de erosión.	13
IV. METODOLÓGIA Y MATERIALES.	17
4.5 Muestra	18
4.8.3 Operacionalización de variables	19
4.9 Criterios de selección y exclusión.	20
4.10 Fuentes y obtención de datos	21
4.11 Técnicas e instrumentos	21
4.12 Procesamiento y análisis de información	21
4.13 Aspectos éticos	22
4.14 Delimitación y limitación del estudio	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES	36
VIII. LISTA DE REFERENCIAS.	37
IX. ANEXOS.	40

A Dios quien bendice e ilumina mi vida

Dedico, este trabajo en memoria a personas conocidas y queridas que se quedaron en el camino sin poder continuar porque vieron truncadas sus vidas y en consecuencia, también sus sueños, especialmente el abuelo **Enriques Montes y compañero, Álvaro Pablo Muñoz Alegría. In memoriam.**

A mi madre Edelmira Montes, que a pesar de estar sola luchó de costurera y de manera incansable para darnos lo que necesitábamos económicamente y su apoyo moral,

A todos mis compañeros de universidad porque siempre fueron de apoyo, siempre fuimos un gran grupo con caídas y levantadas pero llegamos hasta el final.

A mis hijos que son fuente de inspiración para seguir luchando cada día y ser mejor persona para ser ejemplo de ellos. *Marvin Palacios*

A Dios, el que me corona de favores y misericordias...

Dedico este trabajo a dos personas en especial: a mi madre, **Gladys Ortega Ramírez** y a mi padre **Alberto Ordoñez Hernández**, dos seres que han sido sobre todas las cosas mi mayor orgullo y principal inspiración, ya que con tanto anhelo, dedicación y afán esperaban este momento en los cuales culminara mis estudios universitarios y diera inicio a una nueva etapa de mi vida.

En mi se ve reflejado tanto esfuerzo y dedicación por ellos, para que yo alcanzara hoy en día lo que ellos no pudieron alcanzar, ya que sus sueños se vieron truncados por cosas adversas que la vida puso en su camino.

Alberto Ordoñez Hernández y Gladys Ortega Ramírez
este trabajo y todo mi esfuerzo es para ustedes.

Nelson Ordoñez.

AGRADECIMIENTO.

A Dios por quien nos da sabiduría e inteligencia, para llevar a cabo nuestras metas y sueños.

A mi madre y hermanos que cada día creyeron en mí y dieron su apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

Al CATIE por haber creído en nosotros para hacer un buen trabajo y por darnos su apoyo económico para lograrlo.

A todos los maestros de URACCAN Siuna, por transmitirnos ese conocimiento y hacer de nosotros unos excelentes profesionales.

Marvin Palacios

A **Dios**, quien me dio la vida, quien deposito sueños en mi mente y mi corazón y quien me dio la sabiduría e inteligencia para hacer bien las cosas, ya que sin el nada es posible.

A mis padres que con tanto amor y dedicación me educaron e inculcaron valores y deseo de superación.

Al CATIE, por darnos la oportunidad de hacer este trabajo y por brindarnos su apoyo económico.

A mis Maestros y Compañeros que de una u otra manera aportaron ideas y conocimientos para que este trabajo se realizara. *Nelson Ordoñez*

RESUMEN

El estudio se realizó en el municipio de Waslala, departamento RAAN. A 241 Km de la capital. Se localiza en las coordenadas 13°20` de Latitud Norte y 85°22` de Longitud Oeste. Con temperatura de 26 a 30° C, presenta una topografía irregular, sus suelos son de vocación forestal y las actividades principales son la ganadería y la agricultura. El objetivo Principal fue Evaluar la afectación en suelos por erosión hídrica en fincas ganaderas y cacaoteras periodo lluvioso 2012.

Los análisis estadísticos realizados fue, un análisis de normalidad usando la prueba de Shapiro-Wilk; segundo, un análisis de correlación bivariada para muestras no paramétricas (coeficiente de correlación de Spearman); tercero un análisis de varianza para muestras no paramétricas (test H de Kruskal-Wallis) y; por último, un análisis de regresión lineal múltiple. Todos ellos se han realizado utilizando el programa estadístico SPSS 19.0.

Los resultados indican: en ganadería el tipo de pasto no influye en la afectación por erosión, los potreros que están por encima del 40% de inclinación son los que se ven afectados por la erosión, por otra parte los suelos no deben estar al descubierto o desnudos ya que esto da pase a la afectación por erosión hídrica, la cobertura total del suelo debe estar por encima del 90% ya sea con materia vegetal viva o muerta, con respecto a la carga

animal debe estar por debajo 600 animales ha⁻¹ año⁻¹, ya que si está por encima de este rango el porcentaje de erosión aumentara debido al pisoteo continuo de los animales.

Para el cacao el manejo de plantación no influye en la afectación por erosión, la pendiente de las plantaciones de cacao debe estar por debajo del 50% de inclinación ya que a mayor inclinación la afectación será más severa, al igual que en pasto la cobertura total del suelo debe estar por encima del 90% de materia vegetal muerta, y la sombra en cacao no debe ser de laurel (*cordia alliodora*), ya que este árbol es de follaje caducifolio y al llover el impacto de lluvia va directo al suelo.

ABSTRACT

The study was done in Waslala's municipality, department RAAN. It is 241 Km from the capital. It is located in the coordinates $13^{\circ}20'$ of North Latitude and $85^{\circ}22'$ of Longitude West. With temperature of 26 to 30° C, Waslala shows an irregular topography, his grounds are sylvan suitable and the principal activities are cattle raising and agriculture. The main objective was to evaluate the repercussions in grounds due to hydric erosion in cattle raising farms and in cocoa producing farms, in the rainy period 2012.

The statistical analyses realized was an analysis of normality using Shapiro Wilk's test; Second, a correlation analysis bi-varied for nonparametric samples (Spearman's coefficient of correlation); Third, an analysis of variance for nonparametric samples (Kruskal Wallis's H Test) and; Finally, a linear multiple regression analysis. All of them had been made, utilizing the statistical program SPSS 19,0.

The results suggest that: In cattle raising the kind of pasture does not influence the repercussions by erosion, the pastures that are above 40 % of inclination are the ones that see themselves affected by erosion, on the other hand in cattle raising the grounds must not be exposed or uncovered, since this gives pass to hydric erosion, the full protection of the ground must rank above the 90 % either with living, or dead vegetation matter, regarding the animal load it must be underneath 600 animals ha⁻¹year¹, because if this is above this rank, the percentage of erosion will increase due to the animals' continuous trampling.

The managing of cocoa plantation does not influence the impact by erosion, the slope of the cacao plantations must rank below 50 % of inclination, since affectation will be greater when inclination is higher, as the same as in pastures, for the cocoa to the the same as at pasture, the full protection of the ground must rank above the 90% of dead vegetation matter, and the shade in cocoa plantations should be from bay trees (*cordia alliodora*), since this tree thrives deciduous foliage and when it rains the impact goes directly to the ground.

I. INTRODUCCIÓN

Para Nicaragua, la deforestación en áreas de montaña es el principal paso hacia la erosión de los suelos. Este cambio de uso de la tierra con vocación forestal a un uso pecuario no sostenible, lleva a los suelos a una erosión severa.

Uno de los tipos de erosión que causa mayor impacto bajo estos cambios, es la erosión hídrica, que en nuestro país causa pérdidas de suelo de gran magnitud y afecta directamente el rendimiento de la producción agropecuaria.

En el año 2002, en Nicaragua, se realizó un estudio sobre “Degradación del suelo y competitividad económica de fincas ganaderas del Municipio de Matiguás Matagalpa”; cuyos resultados fueron: la actividad ganadera había disminuido en un 36 % y la actividad agrícola en un 28 a 31 % en los últimos 6 a 8 años como producto del deterioro del suelo **(Ruiz, 2002, pág. 7)**.

En el municipio de Waslala, estudiantes de la UNAN Matagalpa, realizaron el estudio: “Eficiencia de uso de diferentes sectores de pasturas bajo diferentes condiciones de pendientes por el ganado vacuno, en el municipio de Waslala, 2010-2011, con el cual se concluyó que los potreros que están por encima del 50% de pendiente, son los más erosionados. **(Rivera, 2011, pág. 9)**.

En la actualidad la mayoría de productores(as) y ganaderos no toman en cuenta las condiciones físicas del terreno para hacer cambio en el uso de suelo simplemente se guían por aumentar su cantidad de pasturas o ya sea por la búsqueda de terrenos más fértiles para establecer plantaciones y por ende aumentar los rendimientos en su producción.

Estas malas prácticas agropecuarias generan la degradación del suelo por efecto de la erosión, principalmente hídrica, causando esto una inestabilidad ambiental, económica y social.

Sabemos que los rubros de mayor demanda son la actividad ganadera y la agrícola de las cuales depende la economía del mismo, por lo tanto la práctica inadecuada o no sostenible de estas actividades conllevan a la erosión de los suelos, razón por la cual se pretende demostrar cómo influye el manejo de las plantaciones de cacao, la carga animal, la cobertura vegetal y los diferentes grados de pendientes en la erosión de suelos.

Este estudio es de mucha utilidad ya que proporciona información básica para promover el uso sostenible del suelo bajo las actividades agrícolas y pecuarias, brindando así alternativas que permitan reducir la erosión hídrica de suelos a causa de las malas prácticas agropecuarias, promoviendo así un adecuado uso de suelo.

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

1. Evaluar la afectación en suelos por erosión hídrica en fincas ganaderas y cacaoteras Waslala - RAAN 2012.

Objetivos específicos:

1. Identificar los tipos de erosión hídrica que afectan el suelo por actividad agrícola y ganadera en fincas del municipio de Waslala.
2. Determinar la influencia del manejo de plantaciones de cacao, cobertura vegetal y el grado de pendiente, ante los tipos de erosión hídrica que afectan el suelo.
3. Determinar la influencia de la carga animal, cobertura vegetal, tipo de pasto y el grado de pendiente en pastos, ante los tipos de erosión hídrica que afectan el suelo.
4. Estimar la superficie de suelo afectada, por los diferentes tipos de erosión hídrica.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

La erosión de suelos es el desprendimiento y arrastre de las partículas finas (como arenas, limos y arcillas), ligado a factores geológicos, geomorfológicos, antrópicos, hídricos o eólicos. Las partículas finas son desprendidas y arrastradas por agua de escorrentía. Posteriormente, se sedimentan en áreas bajas y depresionales, o son conducidas al mar. De esta manera la erosión de suelos incluye tres etapas básicas: desprendimiento, transporte y sedimentación **(Solis, 2004, pág. 105)**.

El fenómeno de erosión se refiere al proceso de remoción (por desprendimiento o arrastre) del suelo, principalmente de la capa arable del mismo **(Geo mexico, Estudios del ambiente, 2003, pág. 126)**.

En su sentido más amplio, la erosión es un fenómeno ligado a la evolución fisiográfica de la corteza terrestre, que a través de su acción lenta y efectiva ha contribuido a esculpir el relieve terrestre, desde antes que las civilizaciones humanas iniciasen sus actividades **(Falcon, 2002, pág. 75)**.

Honorato (2000), señala que los procesos erosivos se caracterizan por ser relativamente lentos, intermitentes y recurrentes en el tiempo, ya que están asociados a las lluvias o al viento. Son a la vez progresivos, ya que se va perdiendo el suelo superficial. Esto significa que se trata

de procesos irreversibles y su recuperación es a menudo imposible (**Farias, 2006, pág. 5**).

La erosión del suelo, con la implícita pérdida de la producción, se está convirtiendo en uno de los problemas ambientales que más presión ejerce en áreas vulnerables (FAO 2000). De esta manera, entre las presiones más importantes derivadas de fenómenos naturales y antropogénicos que se ejercen sobre los suelos, destacan la erosión hídrica y la erosión eólica.

La erosión del suelo reduce su fertilidad debido a que provoca la pérdida de minerales y materia orgánica (SEMARNAT 2003) (**Lot. Cit, Geo México. Pág. 126**).

La superficie disponible en el planeta para la práctica de labores agropecuarias se está reduciendo en forma alarmante, siendo la erosión una de las principales causas. La reducción en la cantidad de terrenos productivos disminuye la capacidad de producir alimentos y de satisfacer la demanda de una población que cada día es mayor. Se puede indicar que la erosión es un proceso complejo, originado en parte por los factores naturales, pero acelerado en gran medida por la creciente actividad humana. Cuando la erosión se debe solo a causas naturales hay una atención al equilibrio entre los procesos de formación y los de desgaste del suelo, pero cuando el hombre hace mal uso de este recurso, altera ese equilibrio y acelera el proceso erosivo (**Yanes, 2004, pág. 21**).

Una de las principales causas de la desertificación es la degradación del suelo a través de los procesos erosivos.

La acción de la precipitación y la escorrentía son los mecanismos primordiales que intervienen en la erosión hídrica **(Op. Cit, Farías. 2006. Pág. 5).**

Los factores físicos que influyen sobre la erosión son el clima, la topografía, el suelo y la cobertura vegetal. Es importante mencionar que la erosión, aparte de ser un fenómeno físico, también es partícipe del contexto social y económico que rodea al agricultor, aunque en muchos casos se ha analizado sólo bajo el contexto físico. En el aspecto socioeconómico interactúan diversos factores, tales como la tenencia de la tierra, su tamaño y forma, la presión de uso por la densidad de población, los precios del mercado, las tradiciones y costumbres del agricultor en cuanto a siembra y manejo de sus cultivos, así como su ignorancia respecto a la importancia de las consecuencias de la erosión (Cubero, 1996) **(Revilla, 2008, pág. 11).**

3.2 Influencia de las precipitaciones ante los procesos erosivos

La lluvia es uno de los factores climáticos más importantes que influyen sobre la erosión. El volumen y la velocidad de la escorrentía dependen de la intensidad, la duración y la frecuencia de la lluvia. De estos factores, la intensidad es el más importante y las pérdidas por la erosión aumentan con las intensidades más altas de las lluvias. La duración de la lluvia es un factor complementario **(FAO, 2000, pág. 2)**

Sánchez (2004) define como precipitación a “cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre” incluyendo toda forma de agua (lluvia, nieve, granizo, escarcha). Este fenómeno atmosférico da inicio debido a la condensación del vapor de agua contenido en las nubes y depende principalmente de tres factores: presión, temperatura y radiación solar **(Macias, 2011, pág. 4).**

La frecuencia de la lluvia también tiene influencia sobre las pérdidas causadas por la erosión. Cuando la lluvia cae en intervalos cortos, el contenido de agua del suelo permanece alto y la escorrentía es más voluminosa, aún si la lluvia es menos intensa **(ibíd.).**

3.3 Poda

La poda como práctica cultural que en mayor o menor proporción modifica el estado físico y fisiológico del árbol, debe realizarse cuando el árbol es viejo o está compuesto de excesiva cantidad de ramas y chupones que dificultan las labores de asistencia y favorecen deformaciones que afectan su buena sanidad y rendimiento **(Molina, 2004, pág. 14).**

(Morán, J. Y Sánchez, A. 1990). La poda también tiende a eliminar los chupones y las ramas mal dirigidas, controlar la altura del árbol, regular la entrada de luz a los estratos inferiores, eliminar ramas que dificultan las labores y facilitar la visibilidad de las mazorcas. (Paredes M. 2000) **(Op. Cit, Molina. Pág. 14).**

3.4. Erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso continuo que consiste en la separación de las partículas y agregados de la masa del suelo, su transporte y sedimentación, siendo el agente activo el agua. La erosión hídrica se inicia cuando las gotas de agua golpean terrones y agregados de la superficie de un suelo desnudo, causando el movimiento de las partículas más finas como sedimento en suspensión en el flujo de agua, el cual en su movimiento cuesta abajo, va abriendo surcos a lo largo de la vía. **(Op. Cit, Falcón. Pág. 83).**

Es un proceso erosivo típico de las regiones tropicales, causado por la agresividad de las lluvias, debido a las características de intensidad, duración y frecuencia asociadas a los eventos pluviométricos. El efecto del agente causal, agua de lluvia, se magnifica cuando se conjugan otras variables, como la pendiente abrupta o escarpado de los terrenos, la ausencia de la cobertura vegetal y la condición textural, o el pobre desarrollo estructural de los suelos. **(Op. Cit, Solís. Pág. 111).**

3.4.1 Tipos de erosión hídrica

Tradicionalmente la diferenciación de las diversas formas de expresión de la erosión hídrica ha sido basada en correspondencia con la progresiva concentración del escurrimiento superficial **(Lot. Cit, Falcón. Pág. 84).**

Erosión pluvial o erosión en salpicaduras:

Esta forma de erosión es consecuencia directa del impacto de las gotas de lluvia en el suelo sin cobertura vegetal. Las gotas de lluvia desprenden las partículas de suelo gracias a la energía cinética, asociada a ellas. **(Lot. Cit, Solís.Pág.113).**

Las gotas de lluvia al impactar en los agregados del suelo los disgregan desplazando sus partículas a distancias cortas (máxima 2m) **(Op. Cit, Revilla.Pág.11).**

Esta erosión es un factor importante en el desprendimiento de las partículas del suelo, no así en su desplazamiento. Al mismo tiempo, este impacto de las gotas produce una rotura de las partículas, dejando expuestas y en la superficie en las más finas **(Ibíd. Pág.12).**

La erosión pluvial se identifica en el campo porque en el envés de las hojas bajas de los cultivos tienen adheridas (en formas agrupadas) pequeñas partículas de suelo que se pueden definir como grumos, ya que inicialmente es una mezcla entre agua y coloides que al deshidratarse, se adhieren firmemente al envés de la superficie foliar **(Op. Cit, Solís. Pág.114).**

Otra forma de identificar el proceso de erosión pluvial es la formación de pedestales, así los fragmentos de gravilla y pequeñas astillas de madera o fragmentos de ramas de árboles protegen al suelo situado en su parte inferior, generando una típica formación de pedestales, con un

patrón visual que presenta una base angosta, y una cornisa, en la parte superior. **(Ibíd. Pág.115)**

Erosión laminar

Es el arrastre de partículas de suelo, suspendidas en el agua de lluvia, que se desplaza en sentido de la pendiente **(Ibíd.)**.

Según Honorato (2000), la erosión laminar se define como el movimiento uniforme y difuso de una capa delgada de suelo sobre las laderas, como consecuencia del escurrimiento del agua **(Op. Cit, Farías. Pág.10)**.

La erosión laminar separa las partículas del suelo desprendidas por las gotas de lluvia, dejando en su lugar las partículas más gruesas y llevándose consigo las más pequeñas, las cuales en mayor grado determinan el fertilidad de los suelos.

(Op. Cit, Revilla. Pág. 12).

Esta forma de erosión ocurre en terrenos con pendientes uniformes y suaves cuando la cantidad de agua excede a la capacidad de infiltración de los suelos y forma una película delgada de agua **(Ibíd.)**.

Este tipo de erosión es altamente perjudicial, debido a que aporta grandes cantidades de sedimentos a los cursos de agua, además de remover la capa más fina de suelo, lo que se traduce en una notable disminución en la fertilidad (Mintegui y López, 1990). La erosión laminar deja al

descubierto nuevas capas que son más erosionables **(Ibíd. Pág.10)**.

El traslado de las partículas del suelo puede ocurrir en forma difusa o uniforme. Cuando ocurre en forma difusa, se considera como un tipo de erosión poco perceptible **(Op. Cit, Solís, p.115)**.

Erosión en Surcos

Arrastre de material producido por la escorrentía concentrada en filetes líquidos, formando pequeños canales en la superficie del terreno **(Op. Cit, Falcón. P 85)**.

La erosión en surcos ocurre cuando por pequeñas irregularidades del terreno, la escorrentía se concentra en algunos sitios hasta adquirir volumen y velocidad suficientes para hacer cortes y formar canalículos que se manifiestan en la superficie (Suarez, 1980) **(Lot. Cit, Farías. P.10)**.

La superficie de los terrenos de cultivo casi siempre es irregular presentando depresiones y elevaciones. El agua de lluvia se concentra en las pequeñas depresiones formando corrientes. Estas acumulaciones de agua de escorrentía arrastran y transportan las partículas del suelo formando pequeñas zanjas o surcos. La erosión en surcos adquiere una mayor gravedad cuando caen aguaceros intensos en suelos desprovistos de vegetación y con alta susceptibilidad al transporte por el agua de escorrentía, especialmente en terrenos recién labrados **(Op. Cit, Revilla.P.12)**.

El grosor y la amplitud de los surcos es variable, con valores de 3 y 5 centímetros de ancho y de profundidad al inicio del proceso, hasta llegar a amplitudes de 40 a 60 centímetros, y de 20 a 30 centímetros de profundidad, o mayores, si no se realizan obras de conservación de suelos que detengan el proceso erosivo **(Op. Cit, Solís. P.117).**

El proceso de erosión en surcos es más activo en condiciones de suelo desnudo y con texturas finas, francos arcillosos, franco limosos y arcillosos, y menos activo en suelos de texturas gruesas **(Ibíd.).**

Erosión en Cárcavas

Es una de las formas de mayor espectacularidad en el proceso erosivo, por las dimensiones que puede alcanzar tanto en longitud como en profundidad, y el volumen de suelo que se pierde. La erosión en cárcavas es el proceso que sigue normalmente al proceso de erosión en surcos, o procesos combinados de erosión en surcos y terracetos **(Ibíd. pág.119).**

Se produce por la fuerte concentración del agua de escurrimiento, en los sectores depresionales de laderas. Pero no solamente se produce en regiones de laderas. También se presentan en áreas planas **(Ibíd.).**

Lluvia tras lluvia, las pequeñas zanjas o surcos se van ampliando con el movimiento de la escorrentía. Este tipo de erosión se produce cuando existe una mayor

concentración en el escurrimiento debido a las irregularidades del terreno que permiten la conjunción de varios surcos. Las profundas incisiones creadas en el terreno impiden su nivelación con instrumentos de labranza ordinarios **(Lot. Cit, Revilla. Pág.12).**

3.5 Influencia de manejo de plantaciones, carga animal, cobertura vegetal, y la pendiente ante los procesos erosivos.

Entre los principales factores que pueden influenciar la tasa de erosión en un lugar determinado, están la intensidad de las precipitaciones y su duración, el grado de inclinación de la pendiente y su longitud, la erodabilidad propia del suelo y la cobertura del suelo tanto en altura como en la superficie **(Op. Cit, Farías. Pág. 8).**

Así y según Suárez (1980), citado por Pizarro (2005), el factor climático que más influye en la erosión es la precipitación. De su cantidad, intensidad y distribución depende el volumen del flujo que se desliza en capa uniforme sobre la tierra, llevando en suspensión las sustancias minerales **(Op. Cit, Farías. Pág. 9).**

Entre los factores topográficos que tienen influencia en la erosión hídrica, se encuentran esencialmente el ángulo de la pendiente; (mientras más pronunciada, mayor severidad de la erosión); el largo de la ladera (a mayor largo de la ladera se incrementa la severidad de la erosión); y la forma de la ladera (Gayoso y Alarcón, 1999) **(Ibíd.).**

La cubierta vegetal constituye la más importante defensa contra la erosión y la escorrentía causada por la erosión hídrica. Sin embargo, no siempre es posible disponer de coberturas permanentes (praderas, bosques), ya que muchos terrenos se deben destinar a rotaciones de cultivos (Universidad de Chile, 1994). En este contexto, en general cualquier vegetal, vivo o muerto, que cubre la superficie del suelo y le presta protección, tiene como función principal detener y controlar la energía cinética de las gotas de lluvia, al mismo tiempo que detener y disminuir la velocidad del escurrimiento superficial y evitar que el agua canalice, aumentando la velocidad y acción erosiva (Peralta, 1976). Además, la presencia de vegetación permite estabilizar los terrenos cercanos a cursos de agua, evitando la sedimentación en sus orillas (CMPC, s.f.) (**Ibíd.**).

3.5.1 Influencia del manejo o intervención del Ser Humano ante los procesos erosivos.

3.5.1.1 factor humano en el proceso erosivo

La influencia del ser humano en el proceso erosivo es muy compleja y en la actualidad no es fácil de cuantificar, sin embargo, se han determinado algunos factores socioeconómicos que influyen en el proceso, como:

- ✓ La presión demográfica
- ✓ La tenencia de la tierra
- ✓ La falta de información técnica
- ✓ La dificultad para admitir innovaciones
- ✓ El bajo ingreso por actividades primarias

Debido a la creciente magnitud con que el factor humano influye en el proceso erosivo, en los últimos años se le ha dado un mayor énfasis a los aspectos relacionados con el hombre, como son: sus valores, necesidades prioritarias, costumbres y recursos disponibles **(Op. Cit, Yanes. Pág. 21)**.

3.5.1.2 Cambios en el uso de la tierra

Para Nicaragua, la deforestación en áreas de montaña es el principal paso hacia la degradación de los suelos. Este cambio de uso de la tierra con vocación forestal a un uso pecuario no sostenible, lleva a los suelos a una erosión severa. Uno de los tipos de erosión que causa mayor impacto bajo estos cambios, es la erosión hídrica, que en nuestro país causa pérdidas de suelo de gran magnitud y afecta directamente el rendimiento de la producción agropecuaria **(Op. Cit, Toruño. Pág.57)**.

La deforestación o degradación de la cubierta vegetal se refiere a la remoción o destrucción de la vegetación existente en un área determinada (PNUMA 2003). Es importante considerar que habitualmente la deforestación se encuentra asociada con el cambio de uso del suelo forestal hacia otro uso, así como con la ampliación de áreas de cultivo o pastoreo, sin tomar en cuenta que, como resultado, el suelo generalmente se agota en dos o tres ciclos de cultivo. Entre las áreas recubiertas de vegetación que tienen los suelos más deteriorados se encuentran los bosques, muchos de los cuales se localizan en zonas montañosas en donde, además, están

sujetos a la presión de la erosión hídrica **(Op. Cit, Geo México. Pág. 122)**

A su vez, la deforestación es uno de los factores que inciden de manera importante en la calidad del suelo y en su capacidad para resistir a la acción del viento y del agua **(Ibíd.)**.

La sustitución del uso forestal por el uso agrícola puede tener un impacto negativo sobre el ciclo hidrológico. Estos cambios en la hidrología se relacionan principalmente con: la calidad, que tiene que ver con la erosión, sedimentación y flujo de nutrientes; la cantidad de agua, relacionada con flujos estacionales, protección contra inundaciones y precipitación **(OP. Cit, Revilla, Pág.7)**.

3.5.1.3 Preparación del terreno – Labranza

El uso de la labranza tradicional (LT), en la agricultura, ha generado una situación poco favorable desde el punto de vista de la conservación de los recursos productivos, implicando un especial deterioro del recurso suelo. Este ha estado expuesto a una explotación intensiva y a veces poco racional, teniendo como consecuencia directa un acelerado avance de la erosión, pérdida de tierras de cultivo, contaminación, desertificación y una significativa disminución de los rendimientos productivos **(Acevedo, 2009, pág. 2)**.

No sólo las zonas de riesgo agrícola se encuentran sujetas a presiones que degradan los suelos, también las tierras de temporal se hallan entre las más afectadas por

la degradación, entre otras razones, por el tiempo que permanece el suelo sin vegetación en la temporada de secas. A ello se suman, además, las presiones ejercidas por las prácticas agrícolas inadecuadas, como ocurre con la labranza pos cosecha empleada para aflojar la tierra al final del ciclo productivo que la deja desprovista de la protección de la vegetación y la hace vulnerable a la erosión **(Lot. Cit, Geo México. Pág. 123).**

3.5.2 Influencia de la carga animal ante los procesos erosivos

3.5.2.1 Carga animal

Número de unidades animales que pastorean en un área determinada y en un tiempo específico **(Vergara, 2010, pág. 1).**

Al aumentar la carga animal, generalmente aumentan la compactación del suelo, lo hacen más susceptible a la erosión y reducen su capacidad de infiltración **(Ibíd.).**

Thomas (1992), mencionó que al incrementar la carga animal y con ello la tasa de utilización de forraje, la hojarasca sobre el suelo disminuye porque disminuye el forraje residual. Esto implica un efecto negativo del aumento en carga animal sobre la acumulación de materia orgánica (Mo) en el suelo **(Valles, 2010, pág. 2)**

3.5.2.2 Sobrepastoreo

En las explotaciones ganaderas la erosión es un proceso importante, básicamente si el manejo de los rebaños y de

los potreros no es adecuado. En estas condiciones el sobrepastoreo es el responsable directo de las pérdidas de la capa superior del suelo por erosión. El sobrepastoreo deja desprotegido al suelo y expuesto a la acción de la lluvia, que lo desprende, arrastra y posteriormente lo deposita en otro lugar **(Op. Cit, Yanes. Pág. 21).**

La degradación de los suelos es el resultado principalmente del mal manejo de la escasa cobertura vegetal, así como de actividades de cría de ganado y recolección de recursos no maderables. Se estima que la ganadería ha sobre pastoreado sus potreros y soporta varias veces más el número de cabezas ecológicamente recomendables, afecta la composición florística de los pastizales, provoca una reducción en la permeabilidad de los suelos y con ello incrementa la escorrentía y su degradación (SEMARNAT 2003 d) **(Op. Cit, Geo México. Pág. 123).**

Debido a razones socioeconómicas, el número de cabezas de ganado frecuentemente aumenta mientras que las áreas de pastoreo disminuyen. El sobrepastoreo es una de las principales causas de degradación de pastizales naturales, lo que da como resultado una caída rápida de la productividad. Muchos de los suelos con pastos cultivados son poco fértiles y la productividad de las pasturas disminuye con el tiempo debido al pobre manejo **(Ibíd.).**

El concepto de sobrepastoreo significa que hay más ganado del que puede soportar la capacidad de carga de las tierras, lo que producirá en última instancia una

degradación de suelo. Diversos estudios han demostrado que, cuando se desplaza libremente el ganado vacuno, es quizás, el agente erosivo más importante en el mundo **(Curfs, 2010, pág. 3)**.

La erosión en terracetos es causada por el ganado vacuno que camina en terrenos de ladera. Cuando el ganado es apacentado en estos terrenos, camina en forma intuitiva, siguiendo curvas a nivel. El paso continuo del ganado, sumado a su peso ejercido aproximadamente de 0.4 Kg Cm^{-2} y genera un modelo erosivo en forma trapezoidal invertida, de diversos tamaños, con ámbitos de 7 a 15 metros cuadrados. Por su impresión visual en el campo, se denomina erosión en terracetos. La erosión en terracetos degenera posteriormente en formas erosionables de surcos y cárcavas **(Op. Cit, Solís. Pág.121)**.

3.5.3 Influencia de la cobertura vegetal ante los procesos erosivos:

La cobertura vegetal refiere a las especies vegetales que crecen en una región o en una parcela **(Ibíd. Pág.27)**.

3.5.3.1 Efecto de la cobertura vegetal ante el proceso erosivo

La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo. Los componentes aéreos, como hojas y tallos, absorben parte

de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, de modo que su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo, mientras que los componentes subterráneos, como los sistemas radicales, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Morgan, 1997) **(Op. Cit, Revilla.Pág.21)**.

Dicho de otra manera, según Roldán (2005) la vegetación es el elemento natural de protección del suelo contra la erosión. La vegetación juega un papel muy importante en el proceso de erosión hídrica controlando la energía con la que inciden las gotas de lluvia (impacto); mejorando la capacidad de infiltración y por tanto disminuyendo la escorrentía; influyendo en la circulación de la escorrentía, disminuyendo su velocidad, aumentando la rugosidad del suelo y reduciendo la capacidad erosiva del flujo. En conjunto, disminuye la capacidad erosiva de la lluvia y protege al suelo contra la erosión **(Ibíd.)**.

A continuación se tratan los efectos de la cobertura sobre la lluvia, la escorrentía, las corrientes de aire y estabilidad de la pendiente según Morgan (1997):

3.5.3.2 Efecto ante la lluvia

La eficacia de una cubierta vegetal para reducir la erosión por impacto de las gotas de lluvia depende, sobre todo, de la altura y continuidad de la vegetación, y de la densidad de cobertura del suelo. La altura de la vegetación es importante porque las gotas de agua interceptadas y que drenen desde 7m pueden alcanzar más del 90 por ciento de su velocidad terminal. En relación con esto. Más aún, las gotas de lluvia interceptadas por la cubierta pueden

unirse a otras en las hojas aumentando de tamaño y al recuperar su velocidad terminal se hacen más erosivas **(Ibíd. Pág.22).**

Además de modificar la distribución del tamaño de las gotas de lluvia, una cubierta vegetal cambia su distribución espacial sobre la superficie del suelo. La acumulación de agua en los puntos de goteo de las hojas puede producir localizaciones de muy alta intensidad de lluvia que, a su vez, pueden superar considerablemente la capacidad de infiltración y jugar un importante papel en la formación de escorrentía **(Op. Cit, Revilla. Pág. 22).**

3.5.3.3 Efecto ante la escorrentía

Una cubierta vegetal sobre la superficie del suelo disipa la energía del agua en movimiento al aportar rugosidad al flujo y, en consecuencia, reducir su velocidad. En la mayoría de los trabajos de conservación de suelos, la rugosidad se expresa como un valor del coeficiente "n de Manning", que representa la suma de la rugosidad que producen las partículas del suelo, la microtopografía y la vegetación, consideradas independientemente. El nivel de rugosidad de las diferentes formaciones vegetales depende, sobre todo, de la morfología y densidad de las plantas, así como de su altura en relación con el calado del flujo. **(Ibíd.).**

Con cubiertas vegetales densas y espacialmente uniformes se producen las mayores reducciones de velocidad **(Ibíd. Pág.23).**

3.5.3.4 Efecto ante la estabilidad de la pendiente

La cubierta forestal ayuda, generalmente, a proteger la tierra frente a los movimientos en masa debida, en parte, a la cohesión que dan al suelo las raíces de los árboles. Las raíces finas, entre 1 y 20 mm de diámetro, interaccionan con el suelo formando un material compuesto en el que las raíces fibrosas, con relativamente alta resistencia a la tracción, refuerzan una matriz de menor resistencia. Además, la fuerza del suelo aumenta por la adherencia de las partículas del suelo a las raíces **(Ibíd.)**.

La cobertura vegetal, cuando cubre una proporción suficiente de la superficie del suelo, puede jugar un papel importante en la reducción de la erosión. La cubierta forestal con sotobosque o materia orgánica es la más efectiva pero una densa cubierta herbácea puede tener casi la misma eficiencia y se obtiene más rápidamente. La eficacia protectora de los cultivos agrícolas varía según su estado de desarrollo y la cantidad de suelo desnudo expuesto a la erosión. Para una protección adecuada, al menos el 70% de la superficie del suelo debe estar cubierta (Elwell y Stocking, 1976, en Morgan, 1997), aunque se puede obtener una protección aceptable con el 40% de suelo cubierto. Sin embargo, los efectos de la vegetación no son tan sencillos y bajo determinadas condiciones la erosión puede verse potenciada por la cobertura vegetal. Cuando se usan cubiertas vegetales como elemento básico para controlar la erosión, es fundamental que esas condiciones sean perfectamente conocidas y especificadas (Morgan, 1997) **(Ibíd. Pág. 23)**.

Marchamalo (2004) cita que numerosos autores han establecido que la cantidad y calidad de la cobertura del suelo (protección vertical) disminuye notablemente la erosión y la escorrentía **(Op. Cit, Revilla.Pag.23)**.

3.5.4 Influencia de la pendiente ante los procesos erosivos

La topografía se caracteriza por los ángulos de las pendientes y por la longitud y forma de las mismas. La topografía es un importante factor para determinar la erosión del suelo, las prácticas de control de la erosión y las posibilidades de labranza mecanizada del suelo, y tiene una influencia primaria sobre la aptitud agrícola de la tierra **(FAO, 2000, pág. 1)**

Cuanto mayor es el ángulo de la pendiente de la tierra y la longitud de esa pendiente, mayor será la erosión del suelo. Un aumento del ángulo de la pendiente causa un aumento de la velocidad de escorrentía y con ello la energía cinética del agua causa una mayor erosión. Las pendientes largas llevan a una intensificación de la escorrentía, aumentando su volumen y causando así una erosión más seria **(Ibíd.)**.

Además de los problemas de erosión, las áreas con pendientes agudas también presentan un menor potencial de uso agrícola. Esto es debido a la mayor dificultad o a la imposibilidad de la labranza mecánica o al transporte en el campo, en este tipo de pendientes. La labranza en

estos casos puede además ser limitada por la presencia de suelos superficiales **(Ibíd.)**

Si se incrementa la pendiente en una determinada región, normalmente aumentara la velocidad de escorrentía del agua de lluvia, y se incrementa la erosión. Adicionalmente, cuanto mayor es la longitud de la pendiente, habrá mayor vulnerabilidad del suelo. Un factor adicional que genera mayor pérdida de suelo por erosión es la forma de la pendiente. Hay dos formas: convexa y cóncava. Por el modelo fisiográfico, la erosión es mayor en pendientes convexas **(Op. Cit, Solís Pág.27)**.

3.6 Superficie de suelo afectada por erosión en Nicaragua, niveles aceptables de erosión.

3.6.1 Superficie de suelo afectada por erosión en Nicaragua- situación actual.

En Nicaragua, la producción agrícola, ganadera y forestal se lleva a cabo con sistemas productivos deteriorantes del medio ambiente y de bajo rendimiento **(Op. Cit, Toruño. Pág. 57)**.

Estos han debilitado el equilibrio de los ecosistemas, la productividad de la tierra, la disponibilidad de agua y la riqueza en biodiversidad. Bajo estas prácticas, están siendo afectados gran parte de bosques riparios que quedan protegiendo los cauces y quebradas y algunos ojos de agua (MST, 2005) **(Op. Cit, Toruño. Pag.57)**.

Las afectaciones más sentidas se presentan mediante la erosión hídrica de los suelos, la cual se origina donde existe mayor altitud y pendiente. Esto tiene efecto en la disminución progresiva de la productividad de los suelos por la pérdida de la capa arable que disminuye sensiblemente la fertilidad. Así mismo, provoca inundación progresiva de dichos suelos y deja al descubierto piedras y rocas. Otra consecuencia es la alteración del ciclo hidrológico de la infiltración del agua en los suelos que produce una reducción del caudal de los ríos y del nivel de las aguas subterráneas (INTA, 2003) **(Ibíd.)**.

La pérdida de suelo por erosión hídrica es considerada la principal causa del deterioro de las tierras agrícolas en laderas en América Central. La erosión se considera la forma más importante de la degradación de suelo en el país; aproximadamente 7,7 millones de hectáreas de territorio nacional presentan grados variables de erosión, 3,6 millones de hectáreas presentan un grado de erosión catalogados de fuertes a severos (PASOLAC, 1999) **(Ibíd.)**.

La información sobre los volúmenes de pérdida de suelos es escasa, además de que muy pocos esfuerzos se han destinado a la investigación en este campo. Con la incorporación de nuevos actores en los procesos de validación y difusión de tecnologías, ha surgido el interés por fundamentar de forma más precisa las acciones que

se están emprendiendo en la promoción de prácticas de conservación de suelo y su significado **(Ibíd.)**.

3.6.2 Niveles aceptables de erosión o pérdidas tolerables.

El suelo es un recurso de singular importancia para el ser humano dada la relación de dependencia entre ambos establecida; en él encuentran soporte gran número de actividades productivas de los sectores de alimentos, industria y vivienda, entre otros **(Naifi, 2002, pág. 4)**.

La gran diferencia existente entre la tasa de formación y de pérdida del suelo, es sin duda un buen motivo para desarrollar programas que prevengan la aparición de la erosión en sus diferentes formas; en este camino se tiene la definición de una tasa tolerable de pérdida de suelo, más conocida como valor T1 en la literatura especializada. La definición de este concepto, en términos prácticos, resulta compleja, y de hecho en el tiempo ha sido variable, pasando por enfoques soportados en la fertilidad de suelos; en su profundidad; o en consideraciones económicas. Sin embargo, en términos generales, podría adoptarse la definición dada por Wischmeier y Smith (1978) para el concepto de Tolerancia de Pérdidas de Suelo: “máximo nivel de erosión del suelo que permite un elevado nivel de productividad del cultivo, sostenible económica e indefinidamente” **(Op. Cit, Naifi. pág. 4)**.

La principal dificultad que emerge de esta cuestión, es la acotación del máximo nivel de erosión permisible, el cual a su vez está condicionado por la tasa de formación del suelo; Johnson (1987) reporta algunos estimativos de la tasa de formación del suelo, desde distintas ópticas: bajo condiciones ideales de manejo del suelo, éste podría formarse a una tasa de una pulgada en cerca de 30 años, es decir, cerca de 0.8 mm año^{-1} (Hudson, 1971); bajo condiciones naturales, la tasa de formación podría ser de una pulgada en un rango que oscila entre 300 y 1.000 años (Pimentel et al, 1976); bajo prácticas agrícolas normales, la tasa de formación puede ser de 25 milímetros en 100 años (0.25 mm año^{-1}) (Ibíd.). Por su parte, Morgan (1986) considera que una tasa de formación adecuada para un suelo agrícolamente productivo, es del orden de 0.1 mm año^{-1} , equivalente a $0,1 \text{ kg m}$ ($1 \text{ ton ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$). **(Ibíd.)**.

Hudson (1973), estima que los niveles aceptables o límites tolerables están en función del proceso de formación de suelos, para una región específica. Por esa razón, si el proceso de formación de los suelos es de 25 mm de grosor en 30 años, el nivel tolerable de pérdida sería de $12.5 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ **(Op. Cit, Solís. Pág.23)**.

Por su parte, Gómez aristizabal (1982) indica que los grados de erosión natural no deben exceder $1.0 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, y mantenerse entre valores de $1 \text{ a } 10 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, y

cuando los descriptores se encuentran entre erosión baja a alta (**Ibíd. Pág.24**).

Otro enfoque dado a la formación del suelo y definición del máximo nivel de erosión permisible, se acoge no a la meteorización de la roca como tal, sino mejor a la tasa de acumulación de materia orgánica. Así, Johnson (1987) expone los planteamientos hechos al respecto por Hall et al (1982), según quienes bajo cobertura forestal o herbácea, la materia orgánica puede acumularse rápidamente, de tal forma que dichas acumulaciones que pueden calificar un horizonte como A o A1- tienen lugar en unos 10 años, y un estado de equilibrio entre ganancias y pérdidas puede alcanzarse en unas pocas centurias (**Lot. Cit, Naifi. Pág. 4**).

En términos generales, las pérdidas tolerables de suelo rondan las 11 tn/ha (Johnson, 1987), dado que se ha aceptado la proximidad de dicho valor a la máxima tasa de desarrollo del horizonte A bajo condiciones óptimas. Morgan (1986) considera que esta cifra podría distanciarse de la realidad en áreas donde las tasas de erosión son naturalmente altas, como es el caso de terrenos montañosos con alta precipitación, y que se correspondería por tanto con las condiciones generales de América Tropical (**Ibíd.**).

En realidad, los niveles aceptables de erosión dependen de los procesos de formación de los suelos que ocurre en

una región. Por lo tanto, la pérdida tolerable depende estrechamente de estos procesos **(Op. Cit, Solís. P .24)**.

IV. METODOLÓGIA Y MATERIALES.

4.1 Ubicación del estudio

El presente estudio se realizó en el municipio de Waslala, Región Autónoma Atlántico Norte, en las comunidades de: El Guabo, Caño los Martínez, Waslala Arriba, Waslalita, Kusuly, Hierba Buena, El Papayo # 1 y # 2, El Ciprés.

Este municipio se caracteriza por tener abundantes lluvias y altas temperaturas. La temperatura media anual es de 26.05° C, la humedad relativa es del 85%. El clima del municipio es trópico húmedo, la precipitación promedia anual 2915 mm. La época lluviosa se extiende de mayo hasta enero. **(INETER, 2012)**

El municipio de Waslala, tiene una topografía ondulada, sobresaliendo pendientes del 30%, muchos cerros y áreas no aprovechables para la actividad agropecuaria. La mayor parte de su territorio se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de BOSAWAS (Bocay, Saslaya y Rio Waspuk) y representa el 8.90% del total del área clasificada en esta categoría. Entre ellas encontramos: el Cerro Zinica con 1267 msnm , Cerro el Pejibaye con 1023 msnm, Cerro Dudú con 916 msnm, Cerro Las Flores con 905 msnm, Cerro El Ocote con 818 msnm, Cerro el Sombrero con 800 msnm, entre otros. **(Ibíd.)**

4.2 Tipo de estudio

Estudio con enfoque cuantitativo, este usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, es observacional porque no existe intervención del investigador, los datos reflejan la evolución natural del evento ajeno a la voluntad del investigador, transversal todas las variables son medidas en una sola ocasión y Analítico ya que el análisis estadístico es bivariado pone a prueba su hipótesis y su nivel más básico establece asociación entre factores.

En este estudio no hubo manipulación de las variables y los datos obtenidos fueron datos primarios y las variables se midieron solo una vez.

4.3 Universo

Todas las parcelas de cacao con diferentes manejos y potreros con pasto natural y mejorado, con similar carga animal, del municipio de Waslala.

4.4 Marco Muestral

El marco muestral fue constituido por siete comunidades: El Papayo # 2, el Ciprés, Kusuly, Caño los Martínez, El Papayo # 1, Waslala Arriba y Waslalita, cada una de estas comunidades tenía la condiciones idóneas definidas para la realización del estudio, entre las cuales destacan parcelas de cacao y potreros con pendiente $> 20\%$ y demás características puntuales tales como: tamaño de parcela, pendiente, tipo de pasto, manejo de poda en cacao y carga animal.

4.5 Muestra

Compuesta por 64 parcelas, 32 parcelas de pasto y 32 parcelas de cacao, estas están subdivididas en 16 parcelas de pasto natural y 16 en pasto mejorado del género (*Brachearia sp.*), 32 parcelas de Cacao, 16 con buen manejo de poda y 16 con poda deficiente.

4.6 Unidad de análisis

El suelo de cada parcela con pasto natural y mejorado, con carga animal similar, parcelas de cacao con buen manejo de poda y manejo deficiente. Divididas en cuatro parcelas por rango de pendiente, de 20 a 29.9 %, de 30 a 49.9%, de 50 a 59.9% y > 60% esto para el caso de pasto, para las parcelas de cacao los rango de pendiente están dados de la siguiente manera: 20 a 29.9%, de 30 a 39.9%, de 40 a 49.9% y de > de 50%, en el caso de cacao y pasto varían los rangos de pendiente esto debido que en la preselección de parcelas fue lo más común que se encontró fue difícil homogenizar los grados de pendiente en ambos casos y por lo general las pendientes en cacao son más altas que en pasto.

4.7 Unidad de observación

Cada parcela seleccionada en las diferentes comunidades anteriormente citadas, del municipio de Waslala.

4.8 Variables

4.8.1 Variable dependiente.

Suelo afectado

4.8.2 Variables independientes.

Manejo de poda en Cacao

Carga animal

Cobertura vegetal (Tipo de pastura)

Pendiente

4.8.3 Operacionalizacion de variables

N o	Variable	Sub variable	Definición	Indicad ores	fuent e	Técnica s
1	Suelo afectado		Área superficial de suelo cuya característica física están alteradas.	Presencia de daños mecánicos	Cada parcela de estudio	Observación <i>in situ</i>
2	Manejo de plantaciones		Conjunto de actividades realizadas, para generar cambios específicos en una plantación.	Tipos de poda.	Cada parcela de estudio	Observación <i>in situ</i>

3	Carga animal		Número de unidades animales que pastorean en un área determinada y en un tiempo específico	Presencia de daños mecánicos en el suelo.	Cada parcela de estudio	Observación <i>in situ</i>
4	Cobertura vegetal		La cobertura vegetal refiere a las especies vegetales que crecen en una región o en una parcela	Densidad de vegetación viva.	Cada parcela de estudio	Observación <i>in situ</i>
5	Pendiente		Una pendiente es un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente.	Porcentaje de inclinación.	Cada parcela de estudio	Observación <i>in situ</i>

4.9 Criterios de selección y exclusión.

4.9.1 Criterios de selección.

- Fincas ubicadas dentro del municipio de Waslala.
- Comunidades que presentaran las condiciones idóneas para la realización de este estudio (cultivos, potreros, tipo de manejo, tipo de ganado y pendientes previamente definidos).
- Se seleccionó 64 parcelas en total con intervalo de pendientes de: 20 a 29.9%, 30 a 39.9%, de 40 a 49.9% y > 50,
- Fincas con diferentes tipos de manejo de poda en Cacao productivo.
- Potreros donde pastoreen solo ganado de tipo lechero.
- Potreros con tamaños variables que van desde 1 a 15 Mz, con 8 días de ocupación y 30 días de descanso.
- Potreros con pasto natural, (Gramma) *Paspalum notatum* y (Retana) *Ischaemum indicum*).
- Potreros con pasto mejorado del género *Brachearia* sp.
- Parcelas donde se notara afectación por erosión hídrica o indicios de esta.

4.9.2 Criterios de exclusión.

- Fincas que no estuvieran ubicadas dentro del municipio de Waslala.
- Parcelas que tuviesen topografía irregular ya que se necesita espacio para ubicar los transectos.

- Parcelas que no tengan la dimensión de 20 x 50 m (debido a que cada transecto tiene una medida de 10 m lineales y se debe que ubicar tres por parcela).
- Parcelas ubicadas a orillas de carretera, caminos y ríos para evitar que el agua que corre libremente altere los datos.
- Parcelas de pasto que tuvieran más de un 20% malezas.
- Parcelas en asocio cacao- Café.
- Potreros donde pastorean ganado de repasto y vacas horras.
- Parcelas de cacao en desarrollo.
- Parcelas con pendiente < 20%.

4.10 Fuentes y obtención de datos

Fuentes primarias: Condiciones de suelo en cada parcela seleccionada de Cacao y pasto.

Fuentes secundarias: bibliografías sobre de erosión de suelos en fincas ganaderas y cacaoteras en con condiciones climáticas y topográficas similares al municipio de Waslala.

4.11 Técnicas e instrumentos

Para la recopilación y obtención de los datos se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

4.11.1 Manejo de plantaciones en cacao, (poda)

Para la recolección de datos sobre la influencia de manejo de plantaciones ante los procesos erosivos se utilizó como técnica la observación y el instrumento será los formatos de campo y cinta métrica.

4.11.2 Carga animal:

En este caso se aplicó la técnica de observación *in situ* y entrevista directa a productores(as) y el instrumento los formatos de recolección de datos de campo.

Mediante la observación se detallaron las afectaciones de la carga animal sobre el suelo y la entrevista nos sirvió para conocer la cantidad de animal y los tamaños de potreros, días de descanso y ocupación de los mismos.

4.11.3 Cobertura vegetal (tipo de pasto y vegetación muerta):

La técnica para esta variable fue la observación y se usó como instrumento los formatos de recolección de datos de campo.

4.11.4 Pendiente:

Para medir la pendiente la técnica que se utilizó fue la observación y el instrumento el clinómetro y cinta métrica.

4.12 Procesamiento y análisis de información

Consiste en recopilar la información mediante la revisión de los instrumentos y técnicas previamente diseñadas y aplicadas, se procesó la información mediante el análisis y discusión por objetivos para procesar todos los datos obtenidos y se usó el programa SPSS versión 19.0 para Windows con Análisis estadístico de los datos de campo y laboratorio e interpretación de los resultados.

Análisis estadísticos para ambos casos (parcelas de ganadería y cacao)

Los análisis estadísticos realizados fueron, primero un análisis de normalidad usando la prueba de Shapiro-Wilk; segundo, un análisis de correlación bivariada para muestras no paramétricas (coeficiente de correlación de Spearman); tercero un análisis de varianza para muestras no paramétricas (test H de Kruskal-Wallis) y; por último, un análisis de regresión lineal múltiple. Todos ellos se han realizado utilizando el programa estadístico SPSS 19.0.

4.13 Aspectos éticos

En el presente estudio se utilizó la normativa vigente de la universidad URACCAN para elaboración de protocolo y documento final.

Los resultados obtenidos en este estudio son confiables gracias a que el proceso metodológico y estadístico implementado, se cumplió paso a paso sin alterar u obviar una de sus variables y mantienen su credibilidad para ser usados como referencias en futuros trabajos. Además se

respetó el derecho de autor de las diferentes bibliografías utilizadas en el estudio.

Los investigadores recopilaron información solo en función de los objetivos propuestos, y en ningún caso fueron manipulados para distorsionar la realidad en estudio.

4.14 Delimitación y limitación del estudio

4.14.1 Delimitación del estudio

El estudio se delimito a recopilar datos *in situ* de los diferentes procesos de erosión hídrica que afectan el suelo y de esta manera se calculó el porcentaje de suelo afectados en parcelas de cacao y ganadería con diferentes rangos de pendientes, en pasturas (carga animal) y en cacao (manejo de plantación), en el periodo lluvioso 2012.

4.14.2 Limitación del estudio

- En el estudio no se calculó la cantidad de suelo perdido ya que estuvo destinado solo a valorar la cantidad de suelo afectado por erosión.
- Se desconocía el inicio del proceso de afectación por los diferentes tipos de erosión
- No se sabía con exactitud el tiempo que el suelo estuvo expuesto al tipo de cultivo establecido.
- Otra limitante es que no se contábamos con pluviómetro en cada comunidad para determinar la cantidad de milímetros de agua por cada mes o por

periodo lluvioso y se realizó con datos generales del INETER.

- Este pudo estar limitado en su ejecución completa por fenómenos naturales (huracanes, terremotos y deslizamientos masivos de tierras)

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultado de datos de ganadería

5.1.1 Análisis de normalidad de los datos.

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que la mayor parte de las variables consideradas no siguen una distribución normal (sig.>0.05) (cuadro 1). Esta circunstancia, unida al reducido valor de N (n<40) aconsejan utilizar técnicas estadísticas no paramétricas. El tamaño de la muestra es de 32 casos (n=32 fincas).

Cuadro 1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Descripción	Estadístico	Sig.
Erosión por salpicadura, laminar y en surcos	0,337	0,000
Erosión salpicadura y laminar	0,900	0,006
Impacto mecánico susceptible de erosión	0,878	0,002

No erosión	0,977	0,696
Otros: rocas, excrementos, etc.	0,515	0,000
Erosión total	0,907	0,010
No erosión total	0,937	0,062
Tipo pasto	0,638	0,000
Carga ganadera	0,895	0,005
Pendiente	0,936	0,057
cobertura vegetal de grama	0,545	0,000
cobertura vegetal de Retana	0,584	0,000
Cobertura vegetal de Bachearía brizantha cv. Toledo	0,692	0,000
cobertura vegetal de Bachearía brizantha	0,203	0,000
cobertura vegetal total (sumatorio de todas las coberturas vegetales);	0,906	0,009
cobertura del suelo (suelo desnudo)	0,965	0,373
cobertura del suelo (vegetación viva)	0,291	0,000
cobertura del suelo (vegetación	0,984	0,900

muerta)		
cobertura de suelo total (sumatorio de las coberturas de vegetación viva y muerta)	0,982	0,848
cobertura del suelo con otros elementos superficiales (roca, hormiguero)	0,471	0,000

5.1.2 Análisis de la influencia de los factores de manejo y ambientales sobre la erosión

El análisis estadístico realizado es un análisis de correlación entre variables y en un análisis de contraste de medias.

5.1.3 Análisis de correlación entre variables.

El análisis de correlaciones entre variables indicó que la erosión presentó una relación significativa a un intervalo de confianza del 99%, con la pendiente de ladera, la cobertura vegetal total. El nivel de significación bajó hasta el intervalo de confianza del 95% con la carga ganadera.

El análisis de correlación indicó que la erosión no presentó una relación estadísticamente significativa con el tipo de pasto (mejorado o natural). Estos resultados indicaron que el 84% de los valores de ambas

distribuciones son iguales, y, estadísticamente, sólo se permite un riesgo del 5%. Por lo tanto, se puede considerar que el tipo de pasto no influye sobre la erosión en los potreros.

5.1.4 Análisis de Contraste

Análisis de contraste entre la erosión y los factores de influencia: pendiente de ladera, cobertura de suelo total, vegetación muerta y vegetación viva y carga ganadera.

El análisis de contraste se ha realizado con los factores que presentaron en el análisis de correlación una relación estadísticamente significativa con la erosión.

5.1.4 Análisis de contraste entre la erosión y la carga ganadera.

Los grupos de suelos se han diferenciado en 3 intervalos de carga ganadera (<300, 300-600 y >600 animales ha⁻¹ año⁻¹). El análisis de contraste indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas a un intervalo de confianza del 95% entre la erosión y la carga ganadera (cuadro 8). El análisis de varianza con la superficie no erosionada tampoco ha sido significativo estadísticamente.

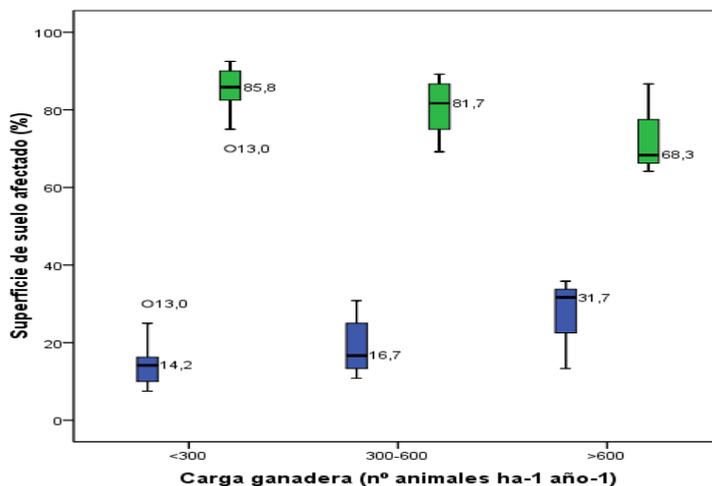
Cuadro 2. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre la carga ganadera y la superficie erosionada y no erosionada

	Erosión	No erosión
Chi-cuadrado	4.649	5.061
Gl	2	2
Sig. asintót.	0.098	0.080

Aunque estadísticamente las diferencias de erosión no son significativas, los diagramas de caja permiten observar que existen apreciables diferencias. La superficie erosionada se eleva al 31.7% con una carga ganadera superior a 600 animales $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ y se reduce al 16.7 y al 14.2 animales $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ cuando ésta se reduce por debajo de 600 y de 300 animales $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$, respectivamente (gráfico 7).

Esto se afirma con el argumento de **Vergara**, el cual expone que al aumentar la carga animal, generalmente aumentan la compactación del suelo, lo hacen más susceptible a la erosión y reducen su capacidad de infiltración.

Fig. 1. Suelo afectado (azul) y no afectado (verde) por erosión en potreros con diferentes intervalos de carga ganadera



5.1.5 Análisis de contraste entre la erosión y la cobertura del suelo (vegetación muerta y viva).

Los grupos de suelos se han diferenciado en 4 intervalos de suelo con vegetación muerta y viva (<70%, 70-75; 75-80 y >80%). El análisis de contraste confirmó que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la erosión y la cobertura de suelo con vegetación viva y muerta (cuadro 7). Lógicamente, el contraste con la superficie de suelo no erosionada también es significativo al mismo intervalo de confianza.

Cuadro 3. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre la cobertura de suelo con vegetación viva y muerta y la superficie erosionada y no erosionada

	Erosión	No erosión
Chi-cuadrado	20.391	20.301
Gl	3	3
Sig. asintót.	0.000	0.000

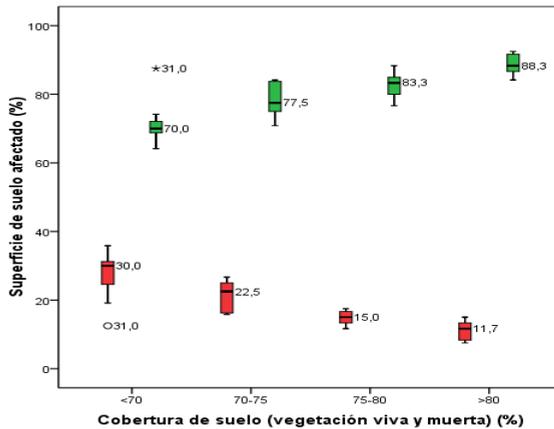
Los diagramas de caja representan la superficie de suelo afectado y suelo no afectado por erosión (fig. 6) en los intervalos de cobertura de suelo con vegetación viva y muerta diferenciados. Las diferencias de erosión entre los tres primeros intervalos ascienden a 7.5% y se reduce al 3.5% cuando la superficie de suelo cubierta con vegetación viva y muerta supera el 80%.

Revilla expone lo siguiente, la vegetación es el elemento natural de protección del suelo contra la erosión. Disminuye la capacidad erosiva de la lluvia y protege al suelo contra la erosión lo cual contrasta con los resultados anteriormente citados.

Martínez y Hernández, en su estudio **Factores que influyen en el proceso de erosión hídrica, mediante el**

uso de parcelas de erosión, bajo cubierta vegetal de frijol, maíz, pasto y asocio (maíz-frijol), en tierras de laderas, en el municipio de Boaco, en la estación de invierno del 2009”, contrastan claramente con los resultados, Obteniendo estos que las menores perdidas de suelo se dieron en el asocio de maíz-frijol con 0.147 ton/ha.

Fig. 2. Suelo afectado (rojo) y no afectado (verde) por erosión en potreros con diferentes intervalos de cobertura de suelo (vegetación viva y muerta)



5.1.6 Análisis de contraste entre la erosión y la pendiente de ladera.

Los grupos de suelos se han diferenciado en 4 intervalos de pendiente (<30%, 30-50, 50-60 y más del 60%). El

análisis de contraste confirma que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la erosión y la pendiente de ladera (cuadro 3). Lógicamente, el contraste con la superficie de suelo no erosionada también es significativo al mismo intervalo de confianza.

Cuadro 4. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis)

5.1.7 Entre la pendiente de ladera y la superficie erosionada y no erosionada

	Erosión	No erosión
Chi-cuadrado	14.955	14.661
Gl	3	3
Sig. asintótica	0.002	0.002

Los diagramas de caja representan la superficie de suelo afectada por erosión y suelo no afectado por erosión (fig. 1) en los intervalos de pendiente diferenciados, poniendo de manifiesto claramente las diferencias indicadas. Los suelos con menos del 50% de pendiente presentan unos valores de erosión muy próximos entre sí (13.3 y 12.5%) y considerablemente más bajos que los que presentan los suelos con pendientes superiores, donde la erosión afectó al 22.5 y 27.5% de la superficie (fig. 1). La misma relación

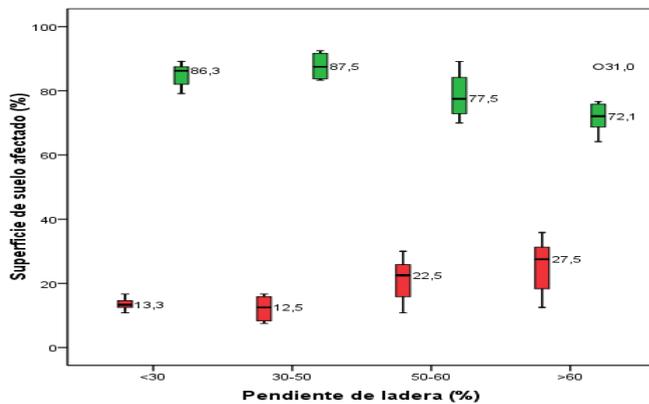
se ha podido observar en los suelos no afectados por la erosión. Estos resultados permiten establecer el umbral de erosión en el 50% de pendiente, por encima del cual existe un mayor riesgo de pérdidas de suelo.

Los resultados anteriores se afirman con lo citado por la **FAO** en su publicación **Manejo integrado de suelos** en lo que se expone lo siguiente, cuanto mayor es el ángulo de la pendiente de la tierra y la longitud de esa pendiente, mayor será la erosión del suelo.

Rivera, San en su estudio **Eficiencia de uso de diferentes sectores de pasturas bajo diferentes condiciones de pendientes por el ganado vacuno, en el municipio de Waslala, 2010-2011.**” Contrastan claramente con los resultados obtenidos, estos afirman que:

- los sectores con pendientes mayores a 50%, son áreas donde el terreno está más erosionado.
- Erosión es un problema muy grave; en el estudio los tres niveles de pendientes se encontraron afectados por dicho problema; pero fue más evidente en pendientes mayores de 40% cuya pendiente es la más fuerte; la cual considera que a medida que la pendiente aumenta con ella lo hacen las afectaciones por erosión hídrica.

Fig. 3. Suelo afectado (rojo) y no afectado (verde) por erosión en potreros con diferentes intervalos de pendiente.



10.2 Análisis resultados fincas cacaoteras.

5.2 Resultados para cacao.

5.2.1 Análisis de normalidad de los datos.

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que una parte de las variables consideradas siguen una distribución normal ($\text{sig} > 0.05$) (cuadro 1). Sin embargo, el reducido valor de N ($n < 40$) aconsejan utilizar técnicas estadísticas no paramétricas. El tamaño de la muestra es de 32 casos ($n = 32$ fincas). No se han incluido en el análisis de normalidad las variables que tenían casos en blanco.

Cuadro 5. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

	Estadístico	Sig.
Erosión por salpicadura, laminar y en surcos	,921	,033
Erosión (cualquier tipo) favorecida por alteración mecánica	,890	,006
Alteraciones mecánicas y deposiciones de suelo susceptibles de erosión	,867	,002
No erosión	,971	,600

Otros: rocas, excrementos, etc.	,473	,000
Erosión total	,957	,281
No erosión total	,967	,469
Pendiente	,934	,069
Cobertura de sombra de cacao	,953	,216
Cobertura de sombra otras especies	,958	,289
Cobertura de sombra TOTAL	,954	,236
Altura de la cobertura de sombra (distancia al suelo) de cacao	,975	,688
Altura de la cobertura de sombra otras especies	,989	,983
Altura de la cobertura de sombra MEDIA	,975	,712
Cobertura inmediata al suelo de cacao	,933	,065
Altura inmediata al suelo (distancia al suelo) de cacao	,828	,000
Cobertura inmediata otras especies	,927	,046
Altura inmediata al suelo otras	,978	,791

especie		
Cobertura del suelo (suelo desnudo)	,969	,530
Cobertura del suelo (vegetación viva)	,884	,004
Cobertura del suelo (vegetación muerta)	,962	,376
Sumatorio de las cobertura del suelo con vegetación viva y muerta	,967	,473
Cobertura del suelo (roca)	,424	,000

5.2.2 Análisis de la influencia de los factores de manejo y ambientales sobre la erosión

El análisis estadístico realizado ha consistido, primero, en un análisis de correlación entre variables y un análisis de contraste de medias.

5.2.3 Análisis de correlación entre variables.

El análisis de correlaciones entre variables indicó que la erosión presentó una relación significativa a un intervalo de confianza del 99%, el suelo desnudo y la cobertura de suelo de vegetación muerta.

El análisis de correlación indicó que la erosión no presentó una relación estadísticamente significativa con el tipo de poda. Estos resultados indican que el 17.2% de los valores de ambas distribuciones son iguales, y, estadísticamente, sólo se permite un riesgo del 5%. Por lo tanto, se puede considerar que la poda no influye sobre la erosión.

5.2.4 Análisis de contraste entre la erosión y la cobertura del suelo (suelo desnudo).

Los grupos de suelos se han diferenciado en 3 intervalos de suelo desnudo (<20%, 20-30 y >30%). El análisis de contraste confirma que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la erosión y la superficie de suelo desnudo (cuadro 5). Lógicamente, el contraste con la superficie de suelo no erosionada también es significativo al mismo intervalo de confianza.

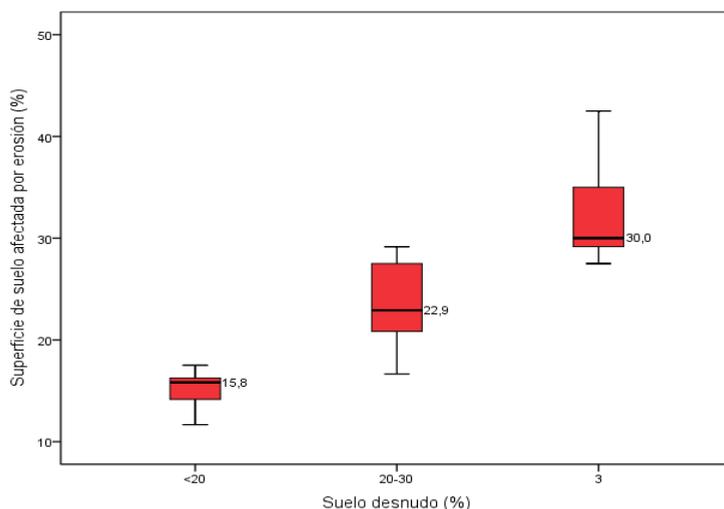
Cuadro 6. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre el suelo desnudo y la superficie erosionada y no erosionada

	Erosión	No erosión
Chi-cuadrado	23,659	22,423
Gl	2	2
Sig. asintót.	,000	,000

Los diagramas de caja representan la superficie de suelo afectado por erosión (fig. 5) y suelo no afectado por erosión (fig. 6) en los intervalos de suelo desnudo diferenciados, poniendo de manifiesto claramente las diferencias indicadas. Los suelos con >30% de suelo desnudo son los que presentan, con diferencia, la mayor superficie erosionada (mediana del 30%), reduciéndose en la misma proporción que se reduce la superficie de suelo desnudo.

Esto se afirma por lo descrito por **Revilla**, en la cual evidencia los efectos de la cobertura vegetal ante la erosión, la vegetación es el elemento natural de protección del suelo contra la erosión. Disminuye la capacidad erosiva de la lluvia y protege al suelo contra la erosión.

Fig. 4. Suelo afectado por erosión en cultivos de cacao con diferentes intervalos de suelo desnudo



5.2.5 Análisis de contraste entre la erosión y la cobertura del suelo (vegetación muerta).

Los grupos de suelos se han diferenciado en 3 intervalos de vegetación muerta (<70%, 70-80 y >80%). El análisis de contraste confirma que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la erosión y la cobertura de vegetación muerta (cuadro 6). Lógicamente, el contraste con la superficie de suelo no erosionada también es significativo al mismo intervalo de confianza.

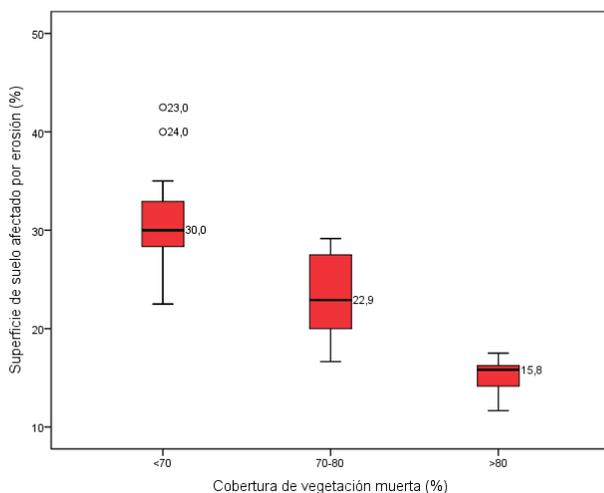
Cuadro 7. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre la cobertura de vegetación muerta y la superficie erosionada y no erosionada

	Erosión	No erosión
Chi-cuadrado	22,286	21,232
Gl	2	2
Sig. asintót.	,000	,000

Los diagramas de caja representan la superficie de suelo afectado por erosión (fig. 7) y suelo no afectado por erosión (fig. 8) en los intervalos de cobertura de vegetación muerta diferenciados. Los resultados son idénticos a los obtenidos con la superficie de suelo

desnudo, debido a que las otras variables de cobertura de suelo (vegetación viva y rocas) presentaron valores cero o muy reducidos.

Fig. 5. Suelo afectado por erosión en cultivos de cacao con diferentes intervalos de cubierta vegetal muerta.



5.2.6 Análisis de contraste entre la erosión y la pendiente de ladera.

Los grupos de suelos se han diferenciado en 4 intervalos de pendiente (<30%, 30-40, 40-50 y más del 50%). El análisis de contraste confirma que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la

erosión y la pendiente de ladera (cuadro 3). Lógicamente, el contraste con la superficie de suelo no erosionada también es significativo al mismo intervalo de confianza.

Cuadro 8. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre la pendiente de ladera y la superficie erosionada y no erosionada

	Erosión	No erosión
Chi-cuadrado	12,591	13,655
Gl	3	3
Sig. asintót.	,006	,003

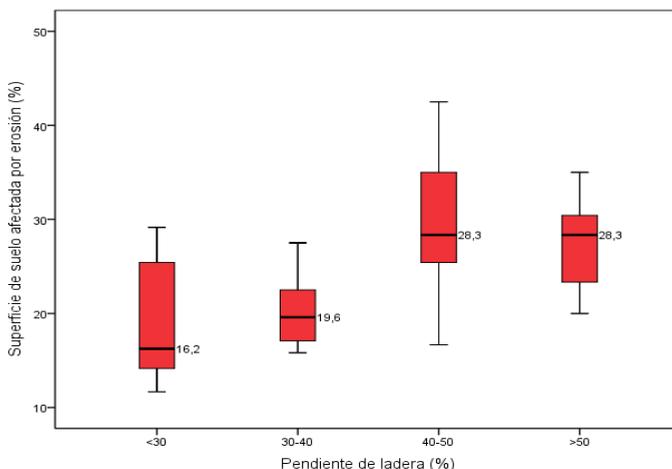
Los diagramas de caja representan la superficie de suelo afectada por erosión (fig. 1) y suelo no afectado por erosión (fig. 2) en los intervalos de pendiente diferenciados, poniendo de manifiesto claramente las diferencias indicadas. Los suelos con menos del 40% de pendiente presentan unos valores de erosión considerablemente más bajos (16.2 y 19.6%) que los suelos con pendientes superiores al 40%, donde la erosión afectó al 28% de la superficie (fig. 1). La misma relación se ha podido observar en los suelos no afectados por la erosión (fig. 2). Estos resultados permiten establecer el umbral de erosión en el 40% de pendiente,

por encima del cual existe un mayor riesgo de pérdidas de suelo en cultivos de cacao.

Esto se relaciona con lo expuesto por **Farías**: Entre los factores topográficos que tienen influencia en la erosión hídrica, se encuentran esencialmente el ángulo de la pendiente; (mientras más pronunciada, mayor severidad de la erosión).

Los resultados anteriores se afirman con lo citado por la **FAO** en su publicación **Manejo integrado de suelos** en lo que se expone lo siguiente, cuanto mayor es el ángulo de la pendiente de la tierra y la longitud de esa pendiente, mayor será la erosión del suelo.

Fig. 6. Suelo afectado por erosión en cultivos de cacao con diferentes intervalos de pendiente.



VI. CONCLUSIONES

6.1 Fincas Ganaderas

- El análisis de correlación entre variables indicó que la erosión no presentó una relación estadísticamente significativa con el tipo de pasto, por lo tanto, se puede considerar que el tipo de pasto no influye sobre la erosión en los potreros.
- El análisis de contraste indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la erosión y la carga ganadera, pero existen apreciables diferencias. La superficie erosionada se eleva al 31.7% con una carga ganadera superior a 600 animales $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$.
- El análisis de contraste confirmó que existen diferencias significativas entre la erosión y la cobertura de suelo con vegetación viva y muerta, el porcentaje de afectación se reduce al 3.5% cuando la superficie de suelo cubierta con vegetación viva y muerta supera el 80%.
- El análisis de contraste confirma que existen diferencias significativas entre la erosión y la pendiente de ladera, Los suelos con más del 50% de pendiente se ven más afectados por erosión (22.5 y 27.5%).

6.2 Fincas Cacaoteras

- El análisis de correlación indicó que la erosión no presentó una relación estadísticamente significativa con el tipo de poda, por lo tanto, se puede considerar que la poda no influye sobre la erosión.
- El análisis de contraste confirma que existen diferencias significativas entre la erosión y la superficie de suelo desnudo, Los suelos con >30% de suelo desnudo son los que presentan, con diferencia, la mayor superficie erosionada.
- El análisis de contraste confirma que existen diferencias significativas entre la erosión y la pendiente de ladera, los suelos por encima del 40% de pendiente presentan mayor afectación por erosión (28 %).

VII. RECOMENDACIONES

7.1 Fincas ganaderas

- Homogeneizar la carga animal de cada potrero ya que el suelo presentara mayores daños en aquellos que tengan más de 600 animales $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$. regulando el número de animales que pastorean un área, manteniendo control en los días de ocupación y periodos de descanso de cada potrero y sin obviar el rendimiento de cada pasto.
- Mantener una cobertura de suelo mayor al 80% entre vegetación muerta y viva, para minimizar los daños por erosión, esto se logra mediante la resiembra en aquellas áreas desprovistas de pasto.
- No realizar cambios de uso de suelo en áreas cuya pendiente supere el 50%, por encima de este rango los daños por erosión serán mayores.
- En su unidad productiva implemente sistemas silvopastoriles, como cercas vivas y árboles dispersos en potreros, ya que estos ayudan a reducir los daños por erosión hídrica.

7.2 Fincas cacaoteras

- Mantener una superficie de suelo desnudo inferior al 30%, ya que por encima de este rango los daños por erosión serán mayores.
- No realizar cambios de uso de suelo en áreas cuya pendiente supere el 40 %, por encima de este rango los daños por erosión serán mayores.
- En áreas donde ya está establecido una plantación de cacao, por encima del 40% de pendiente, y presenten rasgos visibles por erosión de cualquier índole, implementar obras de conservación de suelo y agua para minimizar los efectos de erosión hídrica. Tales como: Barreras vivas y muertas, diques de contención y realizar siembra a curvas de nivel.

VIII. LISTA DE REFERENCIAS.

Acevedo, M. M. (Octubre de 2009). Recuperado el 24 de Agosto de 2012, de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=cambios%20en%20la%20fertilidad%20de%20suelos%20asociados%20a%20cero%20labranza&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sap.uchile.cl%2Fdescargas%2Fcero%2FCambios_en_la_fertilidad_del_suelo_asociado

Briceño, E. M. (12 de mayo de 2009). proceso de erosion en cuatro sistemas de cobertura vegetal en el municipio de boaco, 2006. *proceso de erosion en cuatro sistemas de cobertura vegetal en el municipio de boaco, 2006*. managua, Nicaragua.

Curfs, A. I. (Mayo de 2010). Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=erosion%20de%20suelos%20pdf&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CC0QFjAC&url=http%3A%2F%2Fgeografia.fcsh.unl.pt%2FLucinda%2FLeaflets%2FB1_Leaflet_ES.pdf&ei=LXiAUPm-FomiigLWxICACA&usg=AFQjCNEspr7DwtTx3tk8Ru_Ch956fnq1g

Espino, C. J. (Agosto de 2007). Recuperado el 25 de Agosto de 2012, de <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=zonas%20afectadas%20por%20erosion%20en%20nicaragua&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.cipav.org.co%2Fpdf%2Fnoticias%2FRESTAURACION-CARCAVA-Dagua.pdf&ei=ymqJUMyBMZH1iQKB-YD4Dg&usg=AFQjCNHwQoyGCOhtOt>

Falcon, R. L. (12 de 10 de 2002). Recuperado el 16 de agosto de 2012, de <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=libro%20completo%20degradacion%20de%20suelos&source=web&cd=6&ved=0CDsQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.serbi.ula.ve%2Fserbiula%2Flibros-electronicos%2FLibros%2Fdegradacion%2Fpdf%2Flibrocompleto.pdf&ei=cHOAULT-O4WWiAKDuYHgDg>

FAO. (2000). *Manual on integrated soil management and conservation practices*. Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=erosion%20hidrica%20de%20suelo%20factgores&source=web&cd=1&cad=rja&sqi=2&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fedafologia.ugr.es%2Ferosion%2Ftema3_factores%2F3_factores2008.pdf&ei=Vn2AUO6_F6bNiwL1o4G4DA&usg=AFQjCNHVriIKLfnS

Farias, E. L. (2006). Recuperado el 18 de Agosto de 2012, de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=memoriaelizabethlugos&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Feias.atalca.cl%2FDocs%2Fpdf%2FPublicaciones%2Ftesis_de_grado%2FMEMORIA%2520ELIZABETH%2520LAGOS.pdf&ei=kXKAUIGQF6mOiAKQrYCABA&usg=AFQjCNHvxfi4d42mLQ

Geo Mexico, Estudios del ambiente. (25 de junio de 2003). Recuperado el 13 de agosto de 2012, de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=el%20suelo%20puede%20definirse%20deacuerdo%20con%20el&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww2.ine.gob.mx%2Fpublicaciones%2Flibros%2F448%2F9.pdf&ei=uXyAUKrIMuKYiALH44D4Bw&usg=AFQjCNEEX7rUi4_kJwi5pGYsfY11ae

Hernandez, M. y. (2009). *Factores que influyen en el proceso de erosión hídrica, mediante el uso de parcelas de erosión, bajo cubierta vegetal de frijol, Maíz, Pasto y asocio*. Boaco.

Ineter. (20 de 01 de 2012). *datos meteorológicos waslala*. Recuperado el 15 de 04 de 2013, de dirección de meteorología de nicaragua: <http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/meteoro>

logia/Boletines/Boletin%20Climatico/bolclim2012/boletín%20climatico%20enero%202012.pdf

Macias, c. S. (2011). *Comportamiento hidrológico y erosivo en usos de suelo prioritarios de la campiña lechera en santa Cruz, Turrialba- Costa Rica*. Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=ganaderia+ante+el+proceso+erosivo&source=web&cd=7&ved=0CDgQFjAG&url=http%3A%2F%2Forton.catie.ac.cr%2Frepdoc%2FA6617e%2FA6617e.pdf&ei=bTaRUKzmAuTcigL7I4GwAw&usg=AFQjCNF2XBarSrPcL4U4R7zmXmXez6nrRg&cad=rja>

Molina, J. C. (23 de 08 de 2004). *Validación de poda en Cacao*. Recuperado el 15 de 04 de 2014, de <file:///D:/DOC%20GRAL/Downloads/Validacin%20de%20poda%20en%20cacao%20ES.pdf>

Naifi, j. D. (2002). *Tasas de formación y pérdidas tolerables de suelo*. Recuperado el 27 de Agosto de 2012, de <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=cap%20%20y%20%20libro%20erosion&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CCoQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.unalmed.edu.co%2F~poboyca%2Fdocumentos%2Fdocumentos1%2Fdocumentos->

Revilla, E. I. (Octubre de 2008). Recuperado el 21 de Agosto de 2012, de

http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=cobertura%20vegetal&source=web&cd=13&ved=0CGoQFjAM&url=http%3A%2F%2Foa.upm.es%2F1267%2F1%2FFPFC_ELENA_LIANES_REVILLA.pdf&ei=snGAULjdAoWUjAKDjoF4&usg=AFQjCNFRZ-45emtpC_R1vCHQCbTpAqRtZA&cad=rja

Rivera. (2011). *Eficiencia de uso de diferentes sectores de pasturas bajo diferentes condiciones de pendientes por el ganado vacuno en el municipio de waslala, 2010-2011*. Matagalpa.

Ruiz, L. y. (2002). *Degradacion de suelos y competitividad economica en fincas ganaderas de matiguas*. Matagalpa.

Solis, J. N. (2004). *Manejo y conservacion de suelo y agua*. San jose: Editorial universidad estatal a Distancia.

Toruño, p. J. (21 de 01 de 2008). http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=experiencias+en+nicaragua+con+erosion+hidrica&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tec.ac.cr%2Fsitios%2FVicerrectoria%2Fvie%2Feditorial_tecnologica%2FRevista_Tecnologia_Marcha%2Fpdf%2Ftecnologia. Recuperado el 12 de agosto de 2012

- Trujillo, N. y. (2000). *Degradación del suelo en el Ecuador*. Quito.
- Valles, J. R. (Agosto de 2010). Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=93913070018>
- Vergara, J. (julio de 2010). Recuperado el 26 de Agosto de 2012, de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=como%20medir%20la%20carga%20animal%20y%20el%20indice%20de%20agostadero&source=web&cd=1&cad=rja&sqi=2&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.reproduccionanimal.com.mx%2FAIM_H_EI%2520Coef%2520Agostadero%2520y%2520la%2520CA
- Yanes, P. B. (21 de Agosto de 2004). Recuperado el 19 de Agosto de 2012, de http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=la%20erosion%20hidrica%20de%20suelos%20bajo%20la%20explotacion%20agropecuaria&source=web&cd=1&cad=rja&sqi=2&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sian.inia.gob.ve%2Frepositorio%2Fvistas_tec%2Finia_divulga%2Fnumero%25202%2

IX. ANEXOS.

Anexo 1. Tabla de preselección de parcelas de cacao

A. Identificación de la finca

Fecha:

1. Nombre identificativo y número:

2. Localización:

Microcuena:.....Municipio:.....

Comunidad: Coordenadas:

.....

B. Usos y características ambientales particulares

1. Uso agrario y prácticas de gestión: cacao

- Superficie:

- Hª usos parcela: mismo uso (años: _____), Otros usos:

- Manejo del cultivo, herramientas utilizadas y temporalidad: (1) abonado, (2) desherbado, (3) poda

Herramientas que utiliza para desherbado: machetes (coli/largo, cuma/corvo, pando), azadón, piocha,

- Marco de plantación (cm):

- Altura de ramificación (distancia al suelo) (cm):

- Prácticas y medidas control erosión:

- Rendimientos:

2. Características ambientales de la parcela

- Pendiente:

- Litología:

3. Identificación de impactos: SÍ se observa erosión; NO se observa erosión

Anexo 2. Tabla de preselección de parcelas de pasto

A. Identificación de la finca

Fecha:

1. Nombre identificativo y número:

2. Localización:

Microcuena: Municipio:

Comunidad: Coordenadas:

.....

B. Usos y características ambientales particulares

1. Uso agrario y prácticas de gestión: ganadería

- Superficie:

- Hª usos parcela: mismo uso (años: _____), Otros usos:

- Tipo y tamaño de la cabaña ganadera:

- Tamaño de los potreros:

- Tipo de pasto: grama:

Mejorado:

- Sistema de pastoreo:

a) tiempos de pastoreo y descanso en cada potrero:

2. Características ambientales de la parcela

- Pendiente:

- Litología:

3. Identificación de impactos: SÍ se observa erosión; NO se observa erosión

Anexo 3. Tabla de recolección de datos de campo en cacao

 <p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	Aplicación de la metodología de las Escuelas de Campo (ECA) para sensibilizar a los pequeños agricultores y ganaderos de las montañas tropicales de Centroamérica sobre los problemas de degradación del suelo. Aplicación en la región del Trifinio (Honduras-Guatemala) y en los municipios de El Cuá y Waslala (Nicaragua)
 <p>CATIE Solutions for environment and development Soluciones para ambiente y desarrollo</p>	II CONVOCATORIA DE PROYECTOS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL AL DESARROLLO. UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CUADERNO DE CAMPO. FASE 2

Cuantificación de los procesos de degradación del suelo mediante el método de muestreo por transectos

Cultivos de cacao

*SEGUNDO AÑO DEL PROYECTO. 3ª ZONA DE MUESTREO
APLICACIÓN EN EL MUNICIPIO DE WASLALA (NICARAGUA)*

A. Identificación de la finca

Fecha:

1. Nombre identificativo y

número.....

B. Identificación de procesos y estimación superficie afectada

1. Parcela de muestreo:

Coordenadas:

2. Muestra de suelo y profundidad de los horizontes:

- Código muestra:

Pendiente:

- Suelo: profundidad, identificación de horizontes (color tabla Munsell).

--	--	--

PUNTOS (m)	CobSA (especie y altura)	Cobertura de sombra inmediata al suelo (tipo y altura)	Cobertura del suelo	Proceso superficial (fotos)	OBSERVACIONES
0,25		<input type="checkbox"/> Árbol. Altura: <input type="checkbox"/> Cacao. Altura: <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Vegetación viva <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> Vegetación muerta:		
0,50		<input type="checkbox"/> Árbol. Altura: <input type="checkbox"/> Cacao. Altura: <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Vegetación viva <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> Vegetación muerta:		
0,75		<input type="checkbox"/> Árbol. Altura: <input type="checkbox"/> Cacao. Altura: <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Vegetación viva <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> Vegetación muerta:		
1,00		<input type="checkbox"/> Árbol. Altura: <input type="checkbox"/> Cacao. Altura: <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Vegetación viva <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> Vegetación muerta:		
1,25		<input type="checkbox"/> Árbol. Altura: <input type="checkbox"/> Cacao. Altura: <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Vegetación viva <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> Vegetación muerta:		

Anexo 4. Tabla de recolección de datos de campo en ganadería

 <p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	Aplicación de la metodología de las Escuelas de Campo (ECA) para sensibilizar a los pequeños agricultores y ganaderos de las montañas tropicales de Centroamérica sobre los problemas de degradación del suelo. Aplicación en la región del Trifinio (Honduras-Guatemala) y en los municipios de El Cuá y Waslala (Nicaragua)
 <p>CATIE Solutions for environment and development Soluciones para ambiente y desarrollo</p>	II CONVOCATORIA DE PROYECTOS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL AL DESARROLLO. UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CUADERNO DE CAMPO. FASE 2

*Cuantificación de los procesos de degradación del suelo mediante el **método de muestreo por transectos***

Ganadería extensiva y semiextensiva

*SEGUNDO AÑO DEL PROYECTO. 3ª ZONA DE MUESTREO
APLICACIÓN EN EL MUNICIPIO DE WASLALA (NICARAGUA)*

A. Identificación de la finca

Fecha:

1. Nombre identificativo y número:

.....

B. Identificación de procesos y estimación superficie afectada

1. Parcela de muestreo:

Coordenadas:

2. Muestra de suelo y profundidad de los horizontes:

- Código muestra:

Pendiente:

- Suelo: profundidad, identificación de horizontes (color tabla Munsell).

PUNTOS (m)	Cobertura de vegetación (tipo y altura)	Cobertura del suelo	Proceso superficial (fotos)	OBSERVACIONES
0,25	<input type="checkbox"/> Toledo <input type="checkbox"/> Grama <input type="checkbox"/> Marandú <input type="checkbox"/> Retana <input type="checkbox"/> Brisantha <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Vegetación <input type="checkbox"/> Otros: muerta <input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca		
0,50	<input type="checkbox"/> Toledo <input type="checkbox"/> Grama <input type="checkbox"/> Marandú <input type="checkbox"/> Retana <input type="checkbox"/> Brisantha <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Vegetación <input type="checkbox"/> Otros: muerta <input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca		
0,75	<input type="checkbox"/> Toledo <input type="checkbox"/> Grama <input type="checkbox"/> Marandú <input type="checkbox"/> Retana <input type="checkbox"/> Brisantha <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Vegetación <input type="checkbox"/> Otros: muerta <input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca		
1,00	<input type="checkbox"/> Toledo <input type="checkbox"/> Grama <input type="checkbox"/> Marandú <input type="checkbox"/> Retana <input type="checkbox"/> Brisantha <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Vegetación <input type="checkbox"/> Otros: muerta <input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca		
1,25	<input type="checkbox"/> Toledo <input type="checkbox"/> Grama <input type="checkbox"/> Marandú <input type="checkbox"/> Retana <input type="checkbox"/> Brisantha <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Vegetación <input type="checkbox"/> Otros: muerta <input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca		

Anexo 5. Tabla de digitalización de datos

PARCELA	1						
	TRANSECTO	2	PENDIENTE	46%			
PUNTOS (m)	Cobertura sombra dosel	Cobertura sombra inmediata (cacao / dosel)	Cobertura del	Proceso	OBSERVACIONES		
	Especie	Especie	suelo	superficial			
	altura (m)	altura					
0.25	pijibaye	11 No	suelo	E i			
0.5	pijibaye	11 cacao	2 suelo	E i			
0.75	pijibaye	11 cacao	3 suelo	E i			
1	pijibaye	11 cacao	2.2 Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
1.25	pijibaye	11 cacao	3.8 Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
1.5	pijibaye	11 cacao	1 Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
1.75	pijibaye	11 cacao	2 Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
2	pijibaye	11 cacao	2.2 Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
2.25	Granadillo	9 No	Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
2.5	Granadillo	9 No	Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
2.75	Granadillo	9 cacao	1.8 suelo	E i			
3	Granadillo	9 cacao	0.8 suelo	E i			
3.25	Granadillo	9 cacao	1.2 suelo	E i			
3.5	M usacea	5 cacao	2 suelo	E i			
3.75	M usacea	5 cacao	3 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
4	M usacea	5 cacao	3 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
4.25	M usacea	5 cacao	1.5 suelo	E i			
4.5	M usacea	6 No	suelo	E i			
4.75	M usacea	6 cacao	2 suelo	E i			
5	M usacea	6 Cacao	3.2 suelo	E i			
5.25	M usacea	6 cacao	1.5 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
5.5	M usacea	6 cacao	1.8 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
5.75	M usacea	6 cacao	2 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
6	M andarina	4 cacao	1.8 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
6.25	M andarina	4 cacao	1.2 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
6.5	M andarina	4 cacao	3 suelo	E i			
6.75	M andarina	4 cacao	3 suelo	Hse			
7	M andarina	4 cacao	2.9 suelo	E i			
7.25	cacao	4 cacao	1.2 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
7.5	cacao	4 cacao	3 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
7.75	cacao	4 cacao	2.1 suelo	E i			
8	cacao	4 cacao	2.8 suelo	E i			
8.25	Guaba	8 cacao	3 suelo	E i			
8.5	Guaba	8 cacao	3 suelo	E i			
8.75	Guaba	8 cacao	2 suelo	E i			
9	Guaba	8 cacao	1.3 Vegetacion muerta	Nh-p-rv			
9.25	Guaba	8 No	vegetacion muerta	Nh-p-rv			
9.5	Guaba	8 cacao	1.4 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
9.75	Guaba	8 cacao	2.5 vegetacion muerta	Nh-p-rv			
10	Guaba	8 cacao	3 Vegetacion muerta	Nh-p-rv			

Anexo 6. Tablas de procesamiento de datos

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE AFECTADA								
CATEGORIAS	CUADRICULA1		CUADRICULA2		CUADRICULA 3		MEDIA	
	casos	%	casos	%	casos	%		
Ei - Erosion salpicadura	8	20.00	9	22.50	10	25.00	22.50	
EI - Erosión laminar	10	25.00	7	17.50	8	20.00	20.83	
Es - Erosión en surcos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
Hse - Alteración mecánica (herramienta) susceptible de erosión (no se aprecia...)	1	2.50	1	2.50	1	2.50	2.50	
Hi - Alteración mecánica (herramienta) (afectada por erosión salpicadura)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
HI - Alteración mecánica (herramienta) (afectada por erosión laminar)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
Pse - Alteración mecánica (pisoteo) susceptible de erosión (no se aprecia...)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
Pi - Alteración mecánica (pisoteo) (afectada por erosión salpicadura)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
PI - Alteración mecánica (pisoteo) (afectada por erosión laminar)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
Dse - Deposición susceptible de erosión (no se aprecia en este momento)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
Di - Deposición (afectada por erosión salpicadura)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
DI - Deposición (afectada por erosión laminar)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
Nv - NO EROSION (vegetación viva)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
Nrv - NO EROSION (restos vegetales)	21	52.50	23	57.50	21	52.50	54.17	
Or - Otros (rocas)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	
TOTAL	40	100.00	40	100.00	40	100.00	100.00	

RESUMEN 1	
	%
Erosión salpicadura, laminar y surcos	43.33
Erosion salpicadura y laminar (favorecida por alteracion mecanica)	0.00
Alteración mecánica y deposición susceptible de erosión	2.50
No hay erosión	54.17
Otros	0.00
TOTAL	100.00

RESUMEN 2	
	%
Erosión (cualquier tipo)	43.33
No hay erosión	56.67
Otros	0.00
TOTAL	100.00

Pendiente		T1		T2		T3	
		%		%		%	
		46.00		48.00		47.00	
		46.00		48.00		47.00	
Cobertura de sombra del dosel de árboles		T1		T2		T3	
Especie (metros)		metros		metros		metros	
Pijibaye		2	20.00	0	0.00	0	0.00
Granadillo		1.25	12.50	0	0.00	0	0.00
Musacea		2.5	25.00	2	20.00	3.25	32.50
Mandarina		1.25	12.50	0	0.00	0	0.00
Cacao		1	10.00	3.5	35.00	3.5	35.00
Guaba		2	20.00	2.5	25.00	3.25	32.50
Laurel		0	0.00	2	20.00	0	0.00
		10	100.00	10	100.00	10	100.00
Cobertura de sombra del dosel de árboles		T1		T2		T3	
altura media (metros)		altura		altura		altura	
Pijibaye		11		0		0	
Granadillo		9		0		0	
Musacea		5.5		6		6	
Mandarina		4		0		0	
Cacao		4		4		3.5	
Guaba		8		9		8	
Laurel		0		10		0	
Cobertura de sombra inmediata (más cerca del suelo) (cacao / dosel)		T1		T2		T3	
(casos)		casos		casos		casos	
Cacao		35	87.50	37	92.50	38	95.00
No sombra		5	12.50	3	7.50	2	5.00
		0	0.00	0	0.00	0	0.00
		0	0.00	0	0.00	0	0.00
			0.00		0.00		0.00
Total (%)		40	100.00	40	100.00	40	100.00
Cobertura de sombra inmediata (más cercana del suelo) (cacao/dosel)		T1		T2		T3	
altura media (metros)		altura		altura		altura	
Cacao		2.2		2.11		1.97	
No sombra		0		0		0	
		0		0		0	
		0		0		0	
		0		0		0	
		0		0		0	
Cobertura del suelo		T1		T2		T3	
(casos)		casos		casos		casos	
Suelo		19	47.50	17	42.50	19	47.50
Vegetación viva		0	0.00	0	0.00	0	0.00
Vegetación muerta		21	52.50	23	57.50	21	52.50
Roca		0	0.00	0	0.00	0	0.00
Otros		0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total (%)		40	100.00	40	100.00	40	100.00

Anexo 7. Fotos de daños por resbalón y erosión en salpicadura en pastos

Fotos: Marvin Palacios y Nelson Ordoñez



Anexo 8. Fotos de erosión laminar y erosión por salpicadura en cacao.

Fotos: Marvin Palacios y Nelson Ordoñez

