UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EROSIÓN HÍDRICA Y ESCORRENTÍA EN SITIOS CON OBRAS DE BIOINGENIERÍA Y PERCEPCIÓN LOCAL DE BENEFICIARIOS EN TRES COMUNIDADES DE CATACAMAS Y DULCE NOMBRE DE CULMÍ, OLANCHO, HONDURAS

POR:

RAFAEL ALFONSO LOBO FUNEZ

TESIS

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EROSIÓN HÍDRICA Y ESCORRENTÍA EN SITIOS CON OBRAS DE BIOINGENIERÍA Y PERCEPCIÓN LOCAL DE BENEFICIARIOS EN TRES COMUNIDADES DE CATACAMAS Y DULCE NOMBRE DE CULMÍ, OLANCHO, HONDURAS

POR:

RAFAEL ALFONSO LOBO FUNEZ

OSCAR FERREIRA CATRILEO M. Sc
Asesor Principal

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS **O LANCHO**

MAYO, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en la Sala de Información Geográfica (SIG) adscrita al Departamento Académico Manejo de Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M Sc. OSCAR IVÁN FERREIRA CATRILEO, M Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO** y el **M Sc. RAMÓN LEÓN CANACA CALDERÓN,** miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **RAFAEL ALFONSO LOBO FUNEZ,** del IV Año de la carrera de Recursos Naturales y Ambiente, presentó su informe.

"EROSIÓN HÍDRICA Y ESCORRENTÍA EN SITIOS CON OBRAS DE BIOINGENIERÍA Y PERCEPCIÓN LOCAL DE BENEFICIARIOS EN TRES COMUNIDADES DE CATACAMAS Y DULCE NOMBRE DE CULMÍ, OLANCHO, HONDURAS"

El cual a criterio de los examinadores, aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los diez días del mes de mayo del año dos mil dieciocho.

M Sc. OSCAR IVÁN FERREIRA CATRILEO
ASESOR PRINCIPAL

M Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO VALLADARES
ASESOR AUXILIAR

M Sc. RAMÓN LEÓN CANACA CALDERÓN
ASESOR AUXILIAR

DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso, por su inmenso amor y su infinita misericordia que ha tenido con mi persona. Por haber guiado y cuidado cada uno de mis pasos desde el primer día que llegue a la universidad y por haber puesto en mi sabiduría necesaria para cumplir con mis objetivos.

A mis padres queridos **RAMÓN RAFAEL ALFONSO LOBO MOYA y DUNIA LETICIA FUNEZ ANTUNEZ,** por enseñarme el buen camino, inculcándome así los valores de honestidad humildad y responsabilidad, apoyándome en todo momento y demostrarme su amor incondicional.

A mis hermanas **Leticia Corina Lobo Fúnez y Norma María Lobo Fúnez** por su motivación y apoyo incondicional en todo momento.

A MIS TÍOS TÍAS Y AMIGOS por haberme brindado su apoyo cuando más los necesite, sobre todo a **Osman Martínez y Carlos Galeano.**

A mi abuelo **ROQUE ABELARDO LOBO PALACIOS (QDDG)** por su apoyo y sus consejos que sirvieron de mucho en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por brindarme fortalezas y sabiduría para emprender este reto y ayudarme a culminar con éxito mi carrera universitaria, por su fidelidad y amor que nunca me falte

A CRUZ ROJA HONDUREÑA/ SUIZA por haberme brindado el apoyo económico para poder realizar el estudio, sin su ayuda este estudio no hubiese sido posible.

A mis asesores **M.Sc. Oscar Ferreira Catrileo, M.sc. Erlin Vianey Escoto M.Sc. Ramón León Canaca.** Por haber sido mis asesores en este estudio de investigación, agradezco por el apoyo brindado en todo el proceso de realización de esta práctica. Agradecer por la paciencia que han tenido y compartir sus conocimientos que sirvieron para el desarrollo de mi trabajo final, gracias por todo.

A mis compañeros de clase que siempre han estado apoyándome todos estos años en especial para Cristian Portillo, Fredy Peña, Grecia Paz, Caren Lacot, Gabriela Gonzales, Paola Martínez, Ricci Aparicio, Abel Padilla.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, por ser mi alma mater y haber sido mi segundo hogar durante todo el proceso de formación

Contenido

Pág
ACTA DE SUSTENTACION i
DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
LISTA DE FIGURAS vi
LISTA DE CUADROS vii
LISTA DE TABLAS viii
LISTADO DE ANEXOS ix
RESUMEN x
I. INTRODUCCIÓN ii
II. OBJETIVOS iii
2.1 General iii
2.2 Específicos iii
III. REVISIÓN DE LITERATURA 3
3.1 El suelo 3
3.2 Erosión hídrica 4
3.3 Factores que determinan la erosión hídrica 4
3.3.1 Clima 4
3.3.2 Suelo 4
3.3.3 Topografía 5
3.3.4 Vegetación 5
3.3.5 Acción antrópica 5
3.3.6 Impácto y consecuencias de la erosión y sedimentación 6
3.4 Principales causas de la erosión hídrica 6
3.4.1 La lluvia 6
3.4.2 Relieve 7
3.4.3 Los agentes erosivos más importantes que actúan en la erosión 7
3.4.4 Deterioro del suelo 7
3.5 Tipos de erosión hídrica 8

3.6.1 Erosión por salpicada 8
3.6.2 Erosión laminar 8
3.6.3 Erosión por surcos 8
3.6.4 Erosión en barrancas o cárcavas 9
3.7 Sistemas de control de erosión 9
3.8 Erosión de los suelos en Honduras 10
3.9 Propiedades físicas del suelo 10
3.9.1 Textura 11
3.9.2 Densidad aparente 11
3.10 Métodos de medición de la erosión 11
3. 11 Parcelas de erosión 12
3.12 Métodos de predicción 13
3.13 Bioingeniería del suelo 13
3.14 Ventajas de la bioingeniería 14
IV. MATERIALES Y MÉTODO 15
4.1 Área de estudio 15
4.2 Materiales y equipo 16
4.3 Descripción de la metodología 16
4.3.1 Medición de la erosión hídrica 16
4.4 Desarrollo de la práctica 17
4.4.1 Etapa I: Identificación de sitios críticos 17
4.4.2 Etapa II: Acción participativa 17
4.4.3 Etapa III: Análisis de suelo en laboratorio 18
4.5 Programas para el ajuste de modelos sigmoidales 18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 19
5.1 Precipitación en el área de estudio. 19
5.4 Calculo de la erosión hídrica mediante parcelas de erosión 23
5.5 Relación de la precipitación y erosión en las coberturas 24
5.6 Fertilidad de suelos 30
5.6.1 Propiedades químicas 30
VI. CONCLUSIONES 34
VII. RECOMENDACIONES 35
VIII. BIBLIOGRAFÍA 36
ANEXOS 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de parcelas en estudio, en municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho 16
Figura 2. Precipitación diaria en mm durante el periodo de estudio (noviembre 2017 a enero 2018) utilizando el pluviómetro artesanal en La Jagua, Catacamas, Olancho 19
Figura 3. Precipitación diaria en mm durante el periodo de estudio (noviembre 2017 a enero 2018) utilizando el pluviómetro artesanal, en la comunidad La Felicidad, Dulce Nombre de Culmí, Olancho 20
Figura 4. Escorrentía por uso de suelo durante el período de estudio en comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho 21
Figura 5. Modelos de ajuste sigmoidal de escorrentía y precipitación en la comunidad La Felicidad en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, Olancho..... 22
Figura 6. Modelos de ajuste sigmoidal de escorrentía y precipitación en la comunidad La Jagua en el municipio de Catacamas, Olancho 23
Figura 7. Erosión por uso de suelo durante el período de estudio en comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho 24
Figura 8. Modelo de ajuste sigmoidal de la erosión y precipitación en la comunidad La Felicidad en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, Olancho..... 24
Figura 9. Modelo de ajuste sigmoidal de la erosión y precipitación en la comunidad La Jagua en el municipio de Catacamas, Olancho..... 25

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.Información de sitios críticos donde se realizó el estudio en los municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmi, Olancho..... 27

Cuadro 2. Reporte de la capacitación realizada en la comunidad Flor del Café, Catacamas, Olancho..... 28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Modelos sigmoidales y sus ecuaciones que presentaron un mejor ajuste en las coberturas de suelo sometidas a estudio en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho..... 26
Tabla 2. Análisis químico del suelo en parcelas de obras de bioingeniería en tres comunidades del municipio de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho (Anexo1)..... 29
Tabla 3. Recomendaciones químicas y orgánicas de fertilizantes a utilizar en los diferentes cultivos con las que cuenta las diferentes obras de bioingeniería, en las comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho..... 32
Tabla 4. Análisis físico de las parcelas de estudio en obras de bioingeniería en municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho 33

LISTADO DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1.Parcelas de erosión instaladas en comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho. 40

Anexo 2. Ficha de campo para toma de precipitación y erosión en sitios con obras de bioingeniería en estudio 41

Anexo 3. Recolección y tabulación de datos en estudio 42

Anexo 4. Secado y peso del suelo 43

Anexo 5. Capacitaciones a beneficiarios de obras de bioingeniería en la Comunidad, Flor del Café, Catacamas, Olancho 44

Anexo 6. Recolección de muestras de suelo. 45

Anexo 7. Formato para análisis de suelo. 46

Anexo 8. Resultados de análisis de suelos de propiedades químicas de las comunidades en estudio 49

Anexo 9. Resultados de análisis de suelos de propiedades físicas en obras de bioingeniería. 50

Anexo 10. Interpretación de análisis de fertilidad de suelos 51

Lobo Fúnez, R.A. 2018.: Erosión hídrica y escorrentía en sitios con obras de bioingeniería y percepción local de beneficiarios en tres comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho, Honduras. Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente. 63 p.

RESUMEN

Este estudio se realizó en sitios con obras de bioingeniería en la comunidad de La Jagua, municipio de Catacamas y en las comunidades de La Felicidad y Nueva Esperanza en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, en el departamento de Olancho, Honduras. Se ejecutó del 3 de octubre del 2017 al 9 de febrero del 2018, con el objetivo de saber la cantidad de suelo que se erosiona en sitios con obras de bioingeniería. La metodología utilizada en este estudio fue el método directo y consta de tres fases que fueron básicas durante el proceso. Fase 1: Identificación de sitios críticos. Fase 2: Capacitaciones y visitas domiciliarias. Fase 3: Análisis de suelo. Se registraron 21 eventos de precipitación en la comunidad La Jagua en el municipio de Catacamas y 28 eventos de precipitación en la comunidad La Felicidad en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, estos datos fueron tabulados para calcular la pérdida de suelo por evento de precipitación. Las parcelas en estudio en obras de bioingeniería presentaron niveles bajos de erosión y de escorrentía en comparación de las demás parcelas con suelos sin cobertura, la cantidad de suelo erosionado en obras de bioingeniería en la comunidad La Felicidad es de 0.057 kg/ha y en la comunidad de La Jagua la cantidad de suelo erosionado de 0.013 kg/ha. Los análisis de suelo presentan niveles adecuados para la producción de cultivos establecidos en las obras de bioingeniería en estudio. Haciendo uso de la acción participativa se desarrolló una serie de capacitaciones a nivel familiar y comunitario en temas de bioingeniería, conservación y fertilidad de suelos, con el acompañamiento a la Cruz Roja Hondureña a través del Proyecto Resiliencia Mediante la Reducción del Riesgo y Salud – Olancho.

Palabras Claves: Cruz Roja Hondureña, escorrentía, modelos sigmoidales, parcelas de erosión y precipitación

I. INTRODUCCIÓN

La erosión es uno de los principales indicadores de la degradación de los ecosistemas del recurso suelo, con importantes implicaciones ambientales y socioeconómicas que pueden conducir a la desertificación de las zonas más vulnerables. Los factores que controlan los distintos procesos erosivos dependen de la compleja interacción de fenómenos climáticos y antropogénicas de naturaleza muy variada. Además de los factores ambientales muchos autores insisten en relacionar la mayoría de los procesos de erosión con las actividades humanas (Carroll *et al.* 1998).

Para minimizar el impacto de amenazas y así los riesgos, la Cruz Roja Hondureña con el apoyo de su homóloga la Cruz Roja Suiza implementa en las comunidades de diferentes municipios del departamento de Olancho medidas concretas de mitigación a través de microproyectos en dichos municipios. Un eje importante de estos microproyectos son las obras de bioingeniería o infraestructura verde, las cuales comprenden una serie de técnicas que utilizan materiales vegetativos vivos para prevenir la erosión y el deslizamiento de laderas y taludes. Los elementos vivos se colocan en el talud en tal forma que las raíces y el follaje de la planta actúan como refuerzo, como drenaje o como barreras para los sedimentos.

Las obras de bioingeniería en su conjunto son de multi uso, tienen un bajo costo de construcción y mantenimiento, lo cual permite su adaptación por familias vulnerables con recursos económicos muy limitados; fortalecen las capacidades de las familias y comunidades para prevenir o reducir los riesgos de desastres y fomentar la salud y seguridad alimentaria.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Determinar la erosión en sitios con obras de bioingeniería y la percepción de los beneficiarios en tres comunidades de los municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí en Olancho.

2.2 Específicos

a. Medir la erosión hídrica y la escorrentía en sitios con obras de bioingeniería en tres comunidades de los municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, para su modelación

b. Capacitar a los beneficiarios de las obras de bioingeniería en temas de bioingeniería y fertilidad de suelos, en las tres comunidades de los municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí

c. Cuantificar las propiedades edáficas en los sitios con obras de bioingeniería en las tres comunidades de los municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 El suelo

Se conoce como suelo la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica. Los suelos no siempre son iguales cambian de un lugar a otro por razones climáticas y ambientales, de igual forma los suelos cambian su estructura, estas variaciones son lentas y graduales excepto las originadas por desastres naturales (Marín 2007).

Las amenazas que presenta el suelo como ser; la pérdida de fertilidad, la contaminación y la desaparición del suelo mismo debido a la erosión, muchas veces la pérdida de fertilidad o la contaminación acaban con la vegetación y el suelo desprotegido se erosiona rápidamente a estos efectos. Al disminuir la vegetación, disminuye el aporte de materia orgánica y la densidad de las raíces que ayudan a sujetar el suelo desciende la actividad de los microorganismos y el suelo pierde fertilidad, y así mismo, pierde porosidad y estructura, haciéndose más erosionable y vulnerables a riegos (Rivas 2006).

El proceso de erosión incluye el desprendimiento y transporte de partículas insolubles, tales como arena, limo, arcilla y materia orgánica. El transporte puede ser lateral sobre la superficie o vertical en perfil del suelo a través de los espacios porosos vacíos y grietas. La remoción de materia soluble bajo la forma de sustancias disueltas se denominan erosión química, la que puede ser causada por la escorrentía superficial o por el flujo sub superficial (FAO 1997).

3.2 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso que se caracteriza por la desagregación de las partículas primarias y de los agregados de la masa del suelo, producto del impacto de la gota de lluvia o de la abrasión, y su transporte por salpicado o escurrimiento del agua según Denoia (2014) el impacto de la gota de lluvia sobre la superficie del suelo constituye el punto de partida del proceso erosivo, que continúa con el transporte de las partículas del material desprendido hacia la parte baja del terreno y finaliza cuando dicho material queda depositado en sectores bajos o es tomado por vías de escurrimiento y transportado nuevamente.

3.3 Factores que determinan la erosión hídrica

3.3.1 Clima

Entre los factores climáticos que más inciden en la erosión hídrica están la precipitación, el viento y la temperatura. Existe una estrecha relación entre las características de la precipitación y la escorrentía, el viento en muchos casos cambia la velocidad de la lluvia y su ángulo de impacto sobre el suelo, afectando sobre su fuerza erosiva (Denoia 2014).

3.3.2 Suelo

Las propiedades físicas del suelo afectan la capacidad de infiltración y la distancia que sus agregados puedan dispersarse y transportarse por el impacto de las gotas de lluvias y la escorrentía. El valor de la erosión varía con la textura debido a la diferencia de la velocidad de infiltración, percolación y desagregación, un suelo arenoso no puede retener mucha agua, por lo que el excedente pasa a las capas más profundas, al contrario, cuando llueve sobre un suelo arcilloso que contienen mucha humedad, la mayor cantidad corre sobre la superficie (Peña 1992).

3.3.3 Topografía

Es uno de los factores importantes de la erosión en las tierras planas, los suelos están más descubiertos, causando un proceso de degradación, siendo un depósito de sedimentos, el problema real de los suelos con pendientes altas es más vulnerables a la erosión que los de las tierras planas por la razón de que las fuerzas de erosión y el transporte tiene un efecto de magnitud superior en las altas pendientes. Por tal razón las características topográficas que inciden en la erosión hídrica son la pendiente y la longitud de la ladera, así como la forma y tamaño del área de drenaje (Frantig 1997).

3.3.4 Vegetación

Según Ibáñez (2006) la vegetación protege a la superficie del suelo del impacto directo del agua, sea esta proveniente de la lluvia o escorrentía. La vegetación protege al suelo mediante:

a. La intercepción y disminución o anulación de la energía con la que caen las gotas de lluvia ya sea mediante las hojas, tallos o los residuos de las plantas.
b. La reducción de la velocidad del agua de escorrentía por efecto de la resistencia hidráulica debido al "colchón" que forman los residuos vegetales o cubierta vegetal.
c. El aumento de la capacidad de infiltración y almacenamiento del agua debido al mejoramiento de la estructura y porosidad del suelo por efecto de las raíces, los residuos vegetales y la actividad microbiana.
d. El aumento de la resistencia del suelo a la erosión debido al "amarre" de las partículas que ocasionan las raíces de las plantas.

3.3.5 Acción antrópica

El hombre es el agente principal del deterioro en el proceso erosivo, debido fundamentalmente a su rol y participación en el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, agua, suelo y cubierta vegetal (Ibáñez 2006).

3.3.6 Impacto y consecuencias de la erosión y sedimentación

Los impactos generados por la erosión del suelo son diversos y las consecuencias económicas de ellos derivados son difíciles de estimar. La erosión reduce la capa fértil de los suelos, de igual forma se reduce la capacidad de retener agua (Morales 2016).

Es difícil realizar una estimación de la cantidad de abonos y fertilizantes necesarios para reponer las pérdidas de nutrientes y materia orgánica perdidos por la erosión, pero desde luego, lo que es seguro es que se traduce en grandes inversiones monetarias. La erosión del suelo afecta también a los ecosistemas naturales, principalmente en las zonas donde se ha eliminado la cubierta vegetal provocando su destrucción total (Morales 2016).

3.4 Principales causas de la erosión hídrica

3.4.1 La lluvia

La lluvia es uno de los factores climáticos más importantes que influye sobre la erosión. El volumen y la velocidad de la escorrentía dependen de la intensidad, duración y 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).

La frecuencia de la lluvia también tiene influencia sobre las pérdidas causadas por la erosión. Cuando la lluvia cae en intervalos cortos, la humedad del suelo permanece alta y la escorrentía es más voluminosa, aún si la lluvia es menos intensa. Después de largos períodos, el suelo está más seco y no debería haber escorrentía en lluvias de poca intensidad, pero en casos de sequía la vegetación puede sufrir debido a la falta de humedad y así reducir la protección natural de la tierra (FAO 2000).

3.4.2 Relieve

De acuerdo con Frantig (2012) dentro del relieve, el principal parámetro para tener en cuenta en los procesos de erosión hídrica es el grado o inclinación de la pendiente, la que se puede expresar en porcentaje o en grados sexagesimales, siendo el porciento de pendiente igual a la tangente del ángulo de inclinación de la misma (una pendiente del 5 % corresponde a un ángulo de inclinación de aproximadamente 3°; una pendiente de 100 % corresponde a una inclinación de 45°). La longitud de la pendiente es otro factor que define la cantidad de erosión de una ladera y la velocidad terminal de la escorrentía.

3.4.3 Los agentes erosivos más importantes que actúan en la erosión

Según Raudes *et al.* (2009) son:

a. Lluvia
b. Vientos
c. Ríos
d. Temperatura
e. Animales
f. Labores agrícolas

3.4.4 Deterioro del suelo

El suelo es un sistema complejo en el que tienen lugar procesos simultáneos de formación y destrucción que lo hacen evolucionar en el tiempo, los procesos de destrucción del suelo suponen una pérdida de calidad y se clasifican como una degradación del mismo. En numerosas ocasiones este fenómeno se ve acelerado por la intervención humana. Los principales procesos de degradación del suelo son: erosión hídrica, salinidad del suelo, contaminación química, la deforestación, desertificación, técnicas de monocultivos y la minería (ONU 2010).

3.5 Tipos de erosión hídrica

3.6.1 Erosión por salpicada

Se debe al impacto de las gotas de lluvia sobre los agregados de un suelo desnudo. Se producen pequeños cráteres de impacto, con liberación de partículas, que se desplazan en un radio máximo de 150 cm, siendo las arenas finas las más afectadas, puede dar origen a un sello o costra superficial que influirá negativamente en las velocidades iniciales de infiltración. Se relaciona directamente con la intensidad de la lluvia y su energía cinética e inversamente con la estabilidad de los agregados superficiales y la cobertura de residuos La presencia de vegetación arbórea puede incrementar este tipo de erosión por la formación de gotas más grandes a partir del flujo de hojas (Rodríguez 1999).

3.6.2 Erosión laminar

De acuerdo con Vahrson (1991) la erosión laminar está directamente relacionada con la salpicadura de la lluvia, a lo que se puede agregar, que en laderas más de la mitad de la salpicadura desciende por la misma. Si esta corriente se mantiene como una delgada lámina, el tipo de erosión que produce se conoce como erosión laminar. La erosión laminar y en surcos pequeños es la forma de erosión que más afecta la agricultura por degradación y pérdida del horizonte A de los suelos, y a la vez afecta más significativamente a la producción de sedimentos en los ríos.

3.6.3 Erosión por surcos

Ocurre cuando, productos de pequeñas irregularidades en la pendiente del terreno, la escorrentía se concentra en algunos sitios hasta adquirir volumen y velocidad suficientes para hacer cortes y formar surcos (Rodríguez 1999).

3.6.4 Erosión en barrancas o cárcavas

Se denomina cárcava al estado más avanzado de la erosión en surcos. En función de la pendiente y de la longitud de la ladera del terreno, el flujo concentrado de agua provoca el aumento de las dimensiones de los surcos formados inicialmente, hasta transformarse en grandes zanjas llamadas cárcavas (Velásquez 2012).

La erosión en cárcava consiste en el vaciado de las partículas del suelo o sustrato por un flujo concentrado que da lugar a estrechas incisiones, de mayor tamaño y profundidad que un reguero, (canal para conducir el agua) y que generalmente llevan agua sólo durante e inmediatamente después de fuertes precipitaciones (Velásquez 2012).

La formación de una cárcava por flujo superficial frecuentemente aparece ligada a un incremento en la escorrentía. Dicho incremento, puede deberse a varias causas: cambios en el uso del suelo, modificaciones en el área de drenaje motivadas por el hombre, eventos de precipitación de características extremas, etc. (Velásquez 2012).

3.7 Sistemas de control de erosión

La estabilización biotécnica y la bioingeniería de suelos tienen en común el uso de materia viva (vegetación), sin embargo, la ingeniería de estabilización emplea además de la vegetación, algunos elementos estructurales prefabricados de tipo mecánico que se acoplan entre sí para lograr la estabilización definitiva de un talud o un cuerpo de tierra. Los nuevos sistemas de ingeniería empleados para la estabilización frecuentemente se combinan con elementos biológicos (plantas) para lograr una sinergia entre ellos que ayude a prevenir la erosión y los deslizamientos en taludes (Centeno 2011).

3.8 Erosión de los suelos en Honduras

Tras largos años de uso incontrolado, predominan los suelos inestables con una marcada erosión; más del 60% se encuentra en situación de riesgo de deslizamiento y tan solo algo más del 15% de la superficie del país son tierras cultivables.

Es así que en Honduras la principal problemática del recurso suelo se refiere a la degradación y pérdida de suelos, como resultado de la intensa deforestación, cultivos y pastoreo en tierras de fuerte pendiente, o en tierras húmedas no aptas para esta actividad, aun así, más allá de estas razones las raíces de la erosión y la degradación de las tierras son el resultado de la acción de fuerzas económicas y patrones no sustentables de desarrollo agrícola, aplicados en el pasado y aún en el presente (SERNA 2000).

Honduras presenta grandes extensiones de suelos poco profundos, la roca madre constituye tal vez el factor dominante en la determinación de las características del suelo. El perfil territorial y agroecológico de Honduras es el más variado de la región centroamericana. El 61% de la superficie del país está constituido por montañas escarpadas, con pendientes de más del 40%. Además, aproximadamente el 72% del territorio nacional posee pendientes mayores al 15% y del total que representa ese porcentaje, casi un 60% son pendientes mayores al 30% (SERNA 2001).

Tras largos años de uso incontrolado, predominan los suelos inestables con una marcada erosión; más del 60% se encuentra en situación de riesgo de deslizamiento y tan solo algo más del 15% de la superficie del país son tierras cultivables (FAO 2010).

3.9 Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. Según Fagro (2004) la condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo.

3.9.1 Textura

La textura del suelo es la característica más permanente del suelo. SAP (2005) define la textura como la composición mineral de una muestra de suelo, definida por las proporciones relativas de sus separados individuales en base a masa (arena, limo, arcilla). Se define la textura del suelo como la proporción (en porcentaje de peso) de las partículas menores a 2 mm de diámetro (arena, arcilla y limo). El tamaño de las partículas del suelo se expresa como textura.

3.9.2 Densidad aparente

La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g. cm-3 o t. m-3). Describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso. Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces.

También se usa para convertir datos expresados en concentraciones a masa o volumen, cálculos muy utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos extensivos. La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcilla (Peña 2012).

3.10 Métodos de medición de la erosión

Dependiendo de los objetivos, los datos sobre la erosión del suelo y los factores que la controlan pueden tomarse en el campo, en el laboratorio (para condiciones de

simulación) y en experimentos compuestos. También es posible obtener datos de pérdida de suelo, mediante los métodos de predicción, las medidas de campo son las más fiables para conseguir datos más reales (Morgan 1997).

Las medidas de campo pueden clasificarse en dos grupos: las diseñadas para determinar las pérdidas de suelo en áreas relativamente pequeñas (parcelas de erosión) y las diseñadas para evaluar la erosión en áreas más grandes, como una cuenca hidrográfica (Morgan 1997).

3. 11 Parcelas de erosión

las parcelas de erosión o experimentales, constituyen el único sistema que permite medir con exactitud inobjetable, los montos de pérdida de suelos en un área determinada. Además de su bajo costo y fácil establecimiento, se puede agregar que en número adecuado pueden representar acertadamente factores como pendiente, tipo de suelo, cubierta vegetal, prácticas culturales (Morgan 1997).

Dentro de grandes parcelas de erosión, están las parcelas delimitadas, que se emplean en investigaciones para estudiar los factores que afectan a la erosión. Cada una de ellas, es una porción aislada que tiene datos conocidos como tamaño, longitud de la pendiente y grado de pendiente para el que se ha controlado su escorrentía y pérdida de suelo. Se limitan las parcelas con láminas metálicas, que no dejan de pasar el agua ni se oxiden.

Los límites sobrepasan en 150 mm la superficie del suelo. Al final, pendiente abajo, se sitúa un barril colector, cubierta con una tapadera para impedir la entrada directa de la lluvia. La precipitación se mide con un pluviómetro situado en las inmediaciones de las parcelas (Morgan 1997).

3.12 Métodos de predicción

Estos métodos permiten predecir la perdida de suelo, a partir de información levantada en campo. Estos métodos pueden ser aplicados y adaptados a grandes áreas, y aún más, pueden automatizarse los cálculos con programas informáticos. Algunos autores indican que los modelos de predicción deben ser calibrados y validados con datos medidos en campo. No se pueden tomar decisiones sin haber realizado pruebas de optimización adecuadas (Morgan 1997).

3.13 Bioingeniería del suelo

Es una tecnología producto de la investigación científica, que se refiere a la prevención y control de problemas de erosión, protección, estabilización y restauración de laderas, con problemas de movimientos, integrando los procesos físicos, químicos y biológicos de los fenómenos degradativos, hasta hallar la relación causa efecto.

La bioingeniería es considerada única, ya que las mismas partes de las plantas sirven como elementos mecánicos a las estructuras principales, en los sistemas de protección de laderas y se transforman a través del tiempo en obras vivas que cada día son más fuertes. Estas obras se convierten en refuerzo mecánico, drenajes hidráulicos y barreras vivas para prevenir y controlar la erosión y los movimientos masales (Hengchaovanich 1999).

Las plantas vivas y otros materiales naturales han sido usados por siglos para controlar los problemas de erosión en suelos de ladera y a lo largo de las orillas de los ríos en diferentes partes del mundo. La estabilización con obras de bioingeniería es inmediata, ya que se intervienen las causas y no los efectos, y la vegetación sólo entra a ser un componente biológico complementario en la restauración definitiva del área degradada a través del tiempo, tal como lo hace equilibradamente la naturaleza sin la intervención del hombre (Hengchaovanich 1999).

Hengchaovanich (1999) hace referencia que debido a estas características la bioingeniería se convierte en el aliado perfecto al momento de identificar y proponer medidas de reducción de riesgos y de adaptación al cambio climático, como pueden ser obras de protección a pequeña escala o de prevención relacionadas con estabilización de laderas, control de erosión y manejo de suelos.

3.14 Ventajas de la bioingeniería

La bioingeniería ha demostrado ser eficaz para controlar la erosión del suelo y los movimientos superficiales del subsuelo.

a. Una estructura de bioingeniería es a menudo más eficaz con relación al costo.
b. Si se establece y maneja bien, la vegetación tiende a fortalecerse con el tiempo, lo que hace que la bioingeniería tenga una mayor atracción.
c. La bioingeniería utiliza materiales locales como vegetación y rocas; no depende de insumos importados ni de gastos en divisas.
d. Contribuye a mitigar los efectos del cambio climático.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en diferentes comunidades del municipio de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí del departamento de Olancho. La comunidad del municipio de Catacamas es La Jagua. Y en el municipio de Dulce Nombre de Culmí son: La Nueva Esperanza y La Felicidad.

Municipio de Catacamas

Este municipio limita al Norte con los municipios de Gualaco, San Esteban y Dulce Nombre de Culmí; al Sur con los municipios de Patuca y el departamento de El Paraíso; al Este con el municipio de Dulce Nombre de Culmí y la República de Nicaragua y al Oeste con los municipios de San Francisco de Becerra, Santa María del Real y Juticalpa. Catacamas presenta un clima cálido húmedo y vegetación de bosque; con una temperatura mínima 25°C y máxima 30°C y con una precipitación de 1343.3 mm/año (Cruz Roja 2017).

Municipio de Dulce Nombre de Culmí

Este municipio limita al Norte, con el municipio de Iriona, al sur, con el municipio de Catacamas, Al Este, con los municipios de Bruss Laguna y Puerto Lempira y Al Oeste, con los municipios de San Esteban y Catacamas. Dulce Nombre de Culmí, presenta un clima cálido húmedo y vegetación de bosque; con una temperatura mínima 29°C y máxima 19°C y con una precipitación de 1800 mm/año (Cruz Roja 2017).

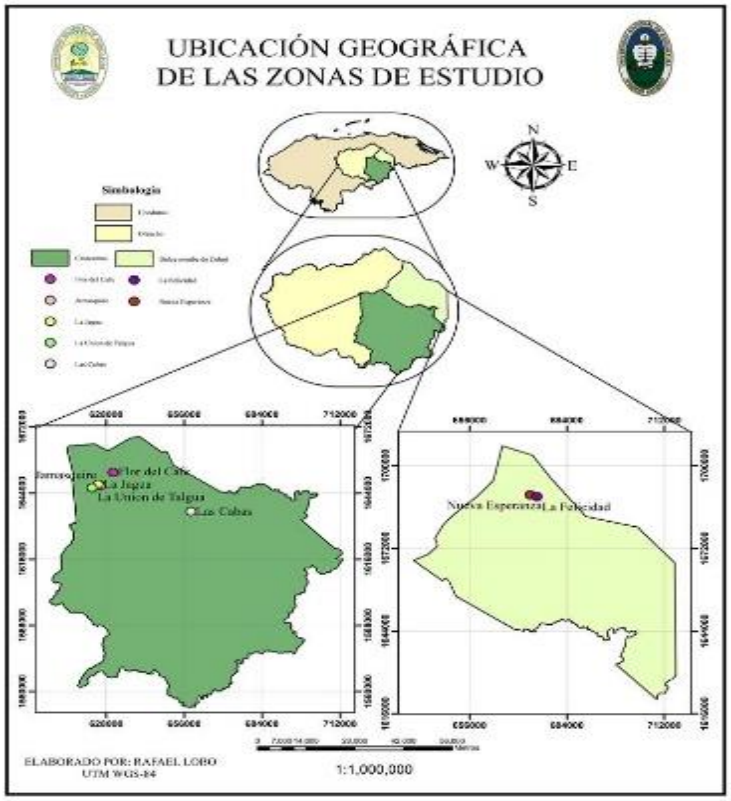


Figura 1. Ubicación de parcelas en estudio, en municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho

4.2 Materiales y equipo

Para la recolección de información se necesitó el siguiente equipo: GPS, cámara fotográfica, computadora, metro, pluviómetro artesanal. Para la implementación de las parcelas de erosión se utilizó los siguientes materiales: Lámina de zinc, barriles de plástico de 150 litros, tela manta para la recolección de suelo y papel periódico.

4.3 Descripción de la metodología

4.3.1 Medición de la erosión hídrica

Esta etapa del experimento consistió en la medición de la perdida de suelo por efecto de la escorrentía. La cuantificación de dicha pérdida se realizó mediante el método directo implementado con parcelas de erosión como método de predicción. Las parcelas de

erosión fueron establecidas en sitios con obras de bioingeniería con una pendiente estándar de 35% a 40%.

Se establecieron seis parcelas que poseen un área de 20 m^2. De las cuales una se instaló en obras de bioingeniería y otra que sería como testigo donde no hay obra de bioingeniería, en la comunidad de La Jagua en el municipio de Catacamas se instalaron las primeras dos parcelas y cuatro parcelas en las comunidades de Nueva Esperanza y La Felicidad del municipio de Dulce Nombre de Culmí.

Las parcelas se limitaron con láminas de zinc de 27 cm de alto, quedando 7 cm enterrados y 20 cm libres para evitar la salpicadura y pérdida de agua fuera del área de interés. Al final de las parcelas, se instaló un desagüe que facilite el transporte de escorrentía, hacia el barril de 150 L. (Anexo 9).

En cada comunidad se instaló un pluviómetro para medir la cantidad de precipitación que llueve en la zona, el pluviómetro estuvo instalado en las comunidades; La Jagua en Catacamas, Nueva Esperanza y La Felicidad, en Dulce Nombre de Culmí.

4.4 Desarrollo de la práctica

4.4.1 Etapa I: Identificación de sitios críticos

Se desarrollo el trabajo de campo mediante visitas domiciliarias, y visitas a lugares de interés, mediante esto se determinó cuáles eran los sitios para medir erosión en obras de bioingeniería. Dentro de esta fase se utilizaron materiales y equipo como ser: Cámara, GPS, libreta de campo, lápiz y mochila (Cuadro 1).

4.4.2 Etapa II: Acción participativa

Se llevó a cabo una serie de capacitaciones a nivel familiar y comunitario, en temas de bioingeniería, conservación de suelos, fertilidad de suelos, cambio climático y

agricultura sostenible, entre otros, con ayuda de la Cruz Roja Hondureña, en comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí (Cuadro 2).

4.4.3 Etapa III: Análisis de suelo en laboratorio

Se recolectaron muestras de suelo en parcelas de obras de bioingeniería que están en estudio, una por comunidad siendo un total de tres muestras, de la cual se recolectó dos libras de suelo para luego ser enviado al laboratorio de la FHIA para su posterior estudio químico y físico (Anexo 4).

4.5 Programas para el ajuste de modelos sigmoidales

Para la creación de modelos sigmoidales que se ajustaron de forma adecuada a los datos resultantes de la escorrentía y erosión hídrica, se utilizó el programa Curve Expert Professional 2.2 (http://www.curveexpert.net), el cual clasifica el modelo que mejor se ajusta a los datos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Precipitación en el área de estudio.

Durante el periodo de estudio se registraron 21 eventos de lluvia en la comunidad de La Jagua, municipio de Catacamas, iniciando el primer evento de precipitación el día 14 de noviembre del 2017 y finalizando el día 8 de enero del 2018 (Figura 2).

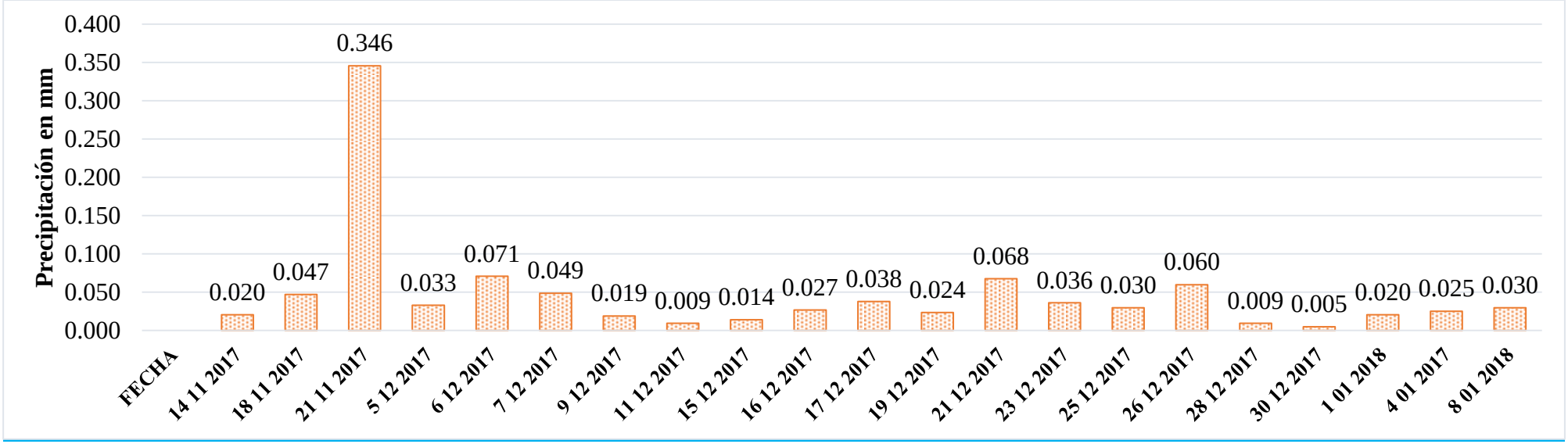


Figura 2. Precipitación diaria en mm durante el periodo de estudio (noviembre 2017 a enero 2018) utilizando el pluviómetro artesanal en La Jagua, Catacamas, Olancho

En el municipio de Dulce Nombre de Culmí, en la comunidad La Felicidad se registraron 28 eventos de lluvia iniciando el día 17 de noviembre del 2017 y finalizando el día 17 de enero del 2018 (Figura 3).

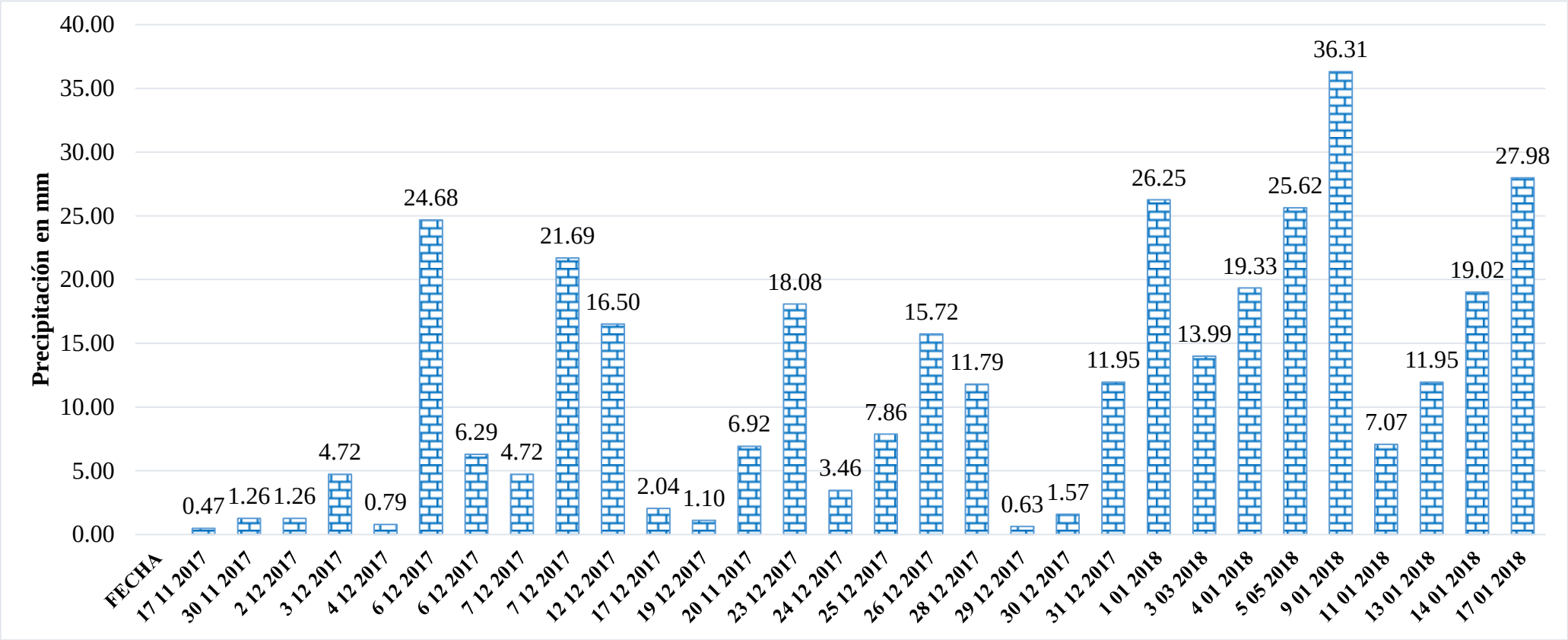


Figura 3. Precipitación diaria en mm durante el periodo de estudio (noviembre 2017 a enero 2018) utilizando el pluviómetro artesanal, en la comunidad La Felicidad, Dulce Nombre de Culmí, Olancho

5.2 Escorrentía mediante parcelas de erosión

Los resultados de escorrentía que se obtuvieron, dejan reflejado que tendió a ser mayor, de acuerdo a la protección del suelo y el contenido de material vegetativo que presentaba cada obra de bioingeniería**.** Una cobertura vegetal protege el suelo contra el golpe de las gotas de lluvia y el arrastre del agua, es así que en las parcelas con obras de bioingeniería la escorrentía fue menor.

Según los estudios de la FAO (2000) la escorrentía puede tender a ser menor cuando hay presencia de materia orgánica, ya que favorece la formación de una estructura estable de agregados en el suelo por medio de la estrecha asociación de las arcillas con la materia orgánica. Esta asociación incrementa la capacidad de retención de agua ya que puede absorber de tres a cinco veces más de su propio peso, por lo que el escurrimiento superficial será menor (Figura 4).

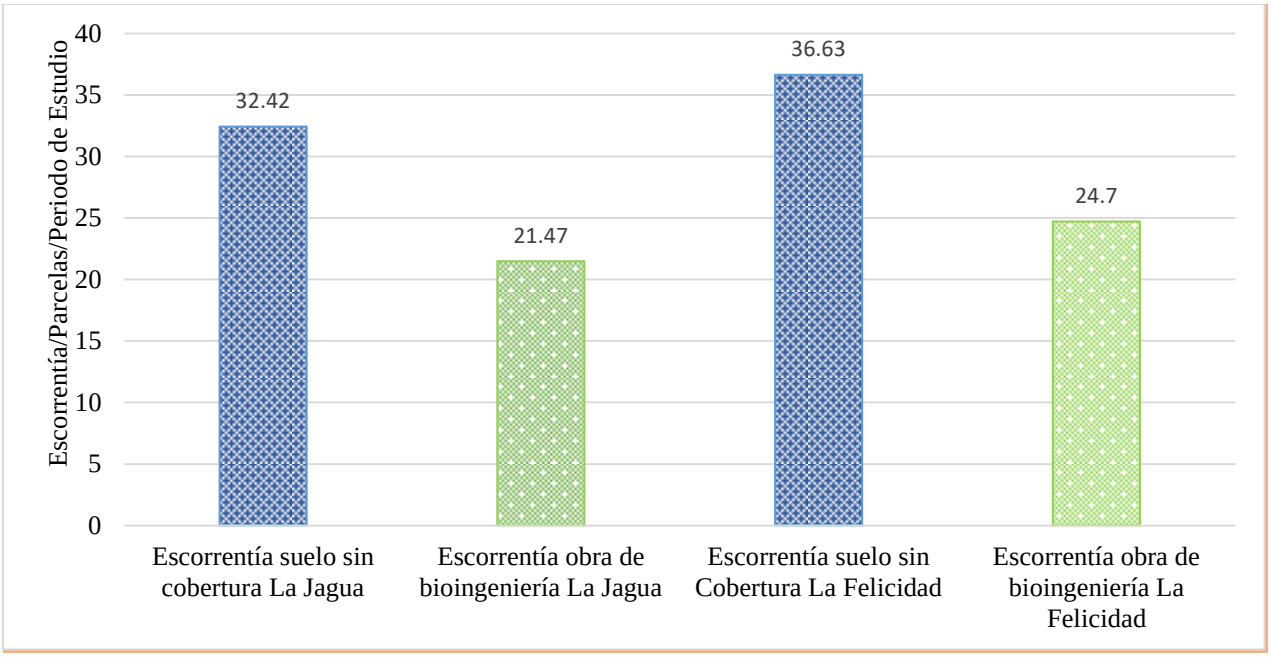


Figura 4. Escorrentía por uso de suelo durante el período de estudio en comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho

3. Relación de precipitación y escorrentía en las coberturas

Se realizó un ajuste de modelos de regresión para poder predecir el comportamiento que tiene la variable dependiente (escorrentía), cuando interactúa con la variable independiente (precipitación).

Para el suelo sin cobertura de la comunidad La Felicidad el modelo con que mejor se ajusto fue el Logístico con un r de 0.89. El modelo a utilizar en el suelo con obra de bioingeniería fue Gompertz con un r de 0.85 (Figuras 5 a y b).

La línea de tendencia muestra que con una precipitación mayor de 30 mm en la comunidad La Felicidad, será mayor la escorrentía y tendrá mayor fluidez y arrastre de material edáfico, en el suelo sin cobertura con una precipitación mayor de 35 mm tenemos una escorrentía de 4 litros por $1/m^2$, y el suelo con obra de bioingeniería la escorrentía será 2.6 litros por $1/m^2$.

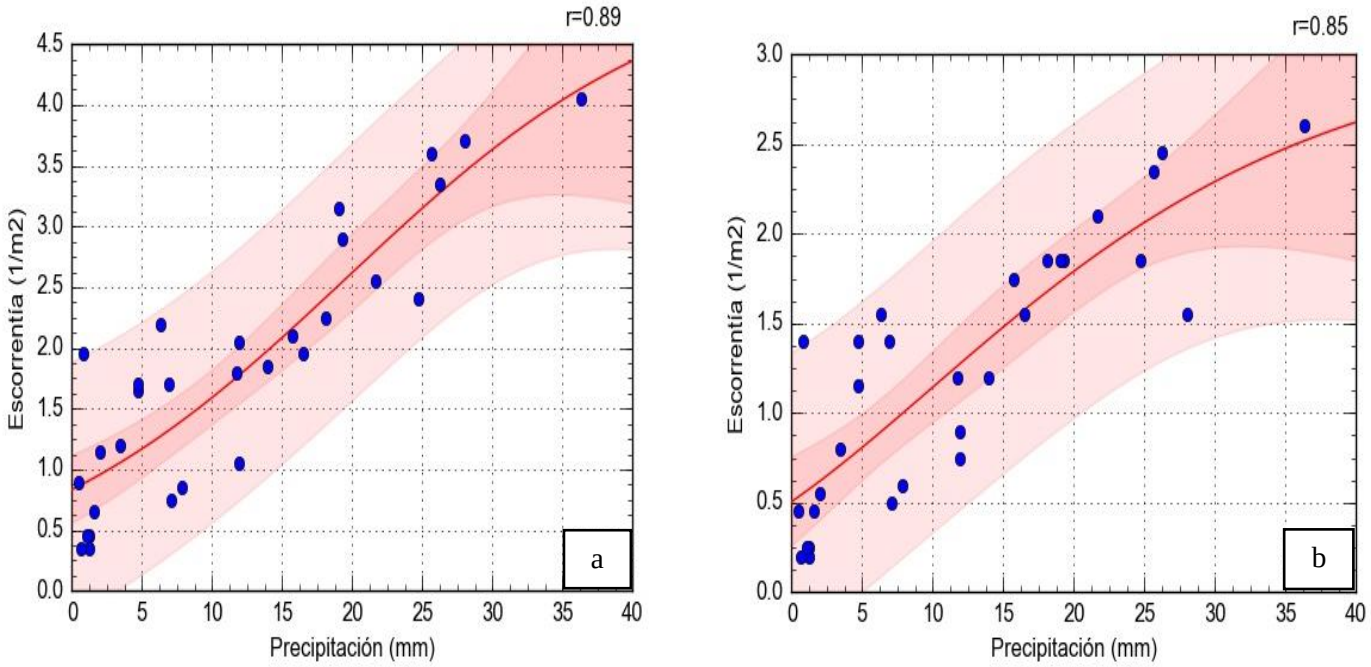


Figura 5. Modelos de ajuste sigmoidal de escorrentía y precipitación en la comunidad La Felicidad en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, Olancho **a**. Modelo logístico para el uso de suelo sin cobertura **b.** Gompertz para el suelo con obra de bioingeniería

En la comunidad La Jagua en el municipio de Catacamas, el suelo sin cobertura el modelo con que mejor se ajusto fue Gompertz con r de 0.90. En el suelo con obra de bioingeniería el modelo que se utilizo fue Weibull con un r de 0.94 (Figuras 6 a y b).

En la comunidad La Jagua con una precipitación mayor de 3.5 habrá una escorrentía de 3.9 litros por $1/m^2$ en suelo sin cobertura, en suelo con obras de bioingeniería el total de escorrentía es de 3.2 litros por $1/m^2$.

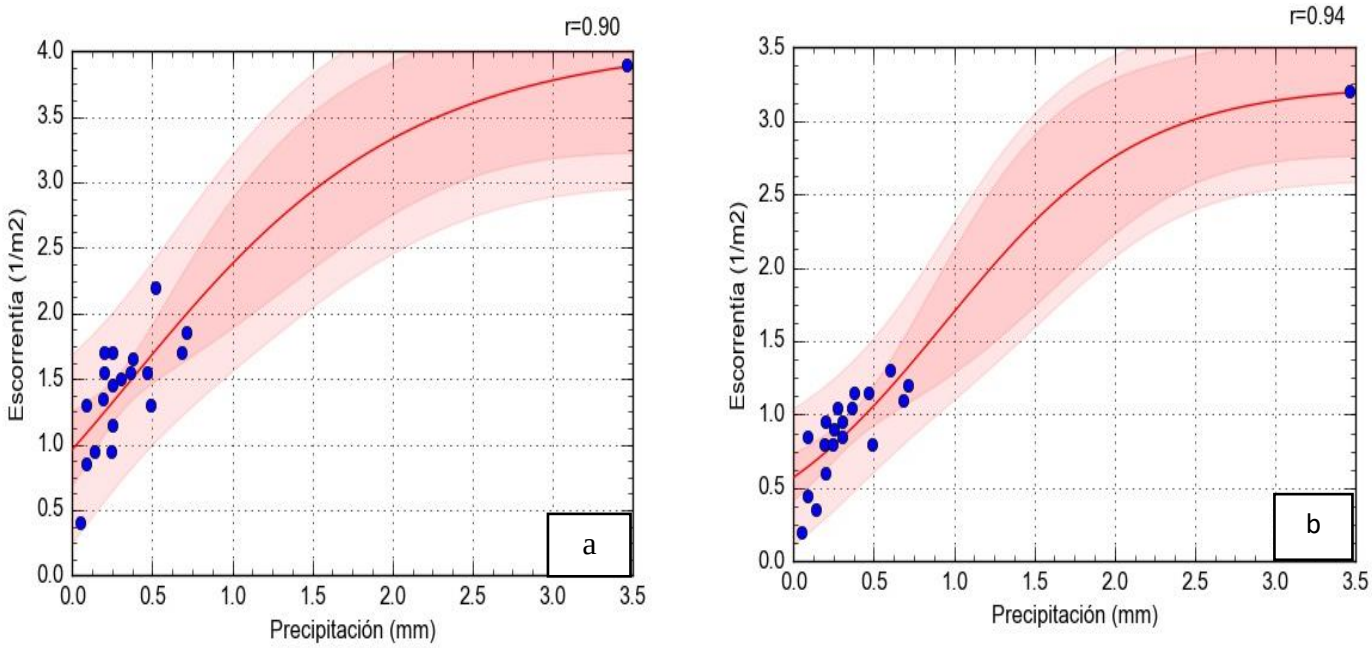


Figura 6. Modelos de ajuste sigmoidal de escorrentía y precipitación en la comunidad La Jagua en el municipio de Catacamas, Olancho **a**. Ajuste al modelo Gompertz para el suelo sin cobertura **b**. Suelo con obra de bioingeniería ajuste al modelo Weibull

5.4 Calculo de la erosión hídrica mediante parcelas de erosión

Los resultados obtenidos de las parcelas de erosión, indica que existe una tendencia de la perdida de suelo en base a la protección del suelo que tiene cada cobertura, se produjo mayor erosión, como se puede inferir en el caso del suelo que no cuenta con obras de bioingeniería (Figura 7).

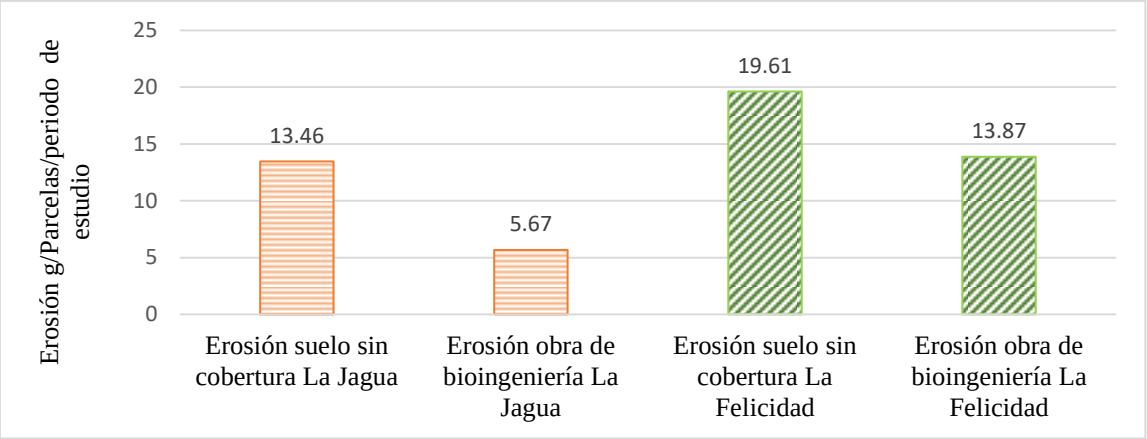


Figura 7. Erosión por uso de suelo durante el período de estudio en comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho

5.5 Relación de la precipitación y erosión en las coberturas

Los modelos de regresión sigmoidales para obtener la tasa de erosión del suelo en la comunidad La Felicidad, el modelo que mejor se ajustó en el suelo sin cobertura fue Gompertz con un r de 0.83. En el suelo con obra de bioingeniería el modelo que se utilizó fue Weibull con un r de 0.80 (Figuras 8 a y b).

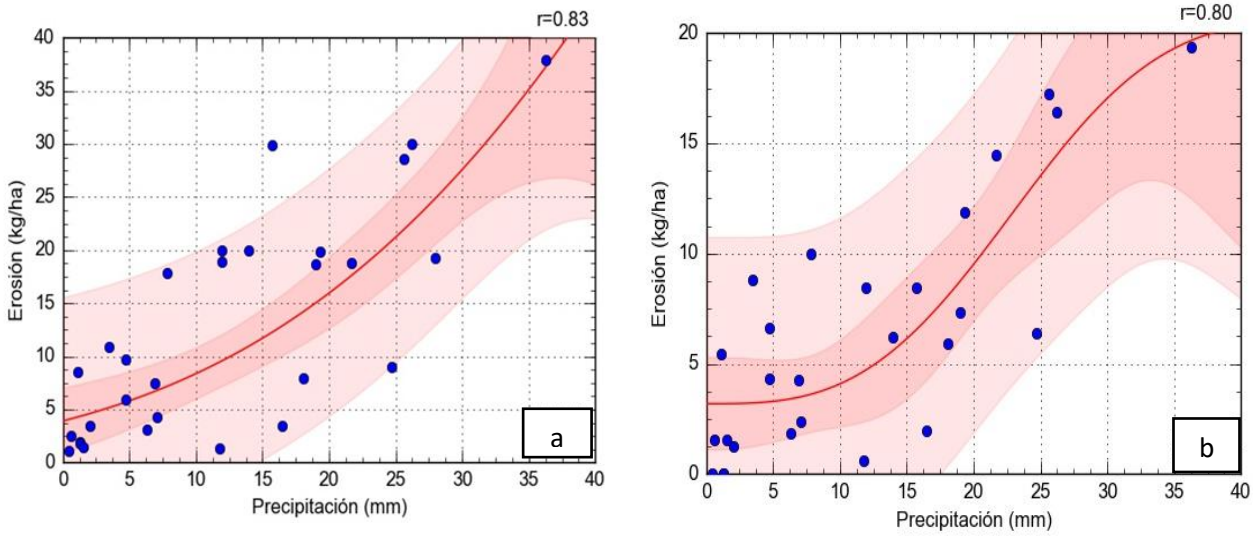


Figura 8. Modelo de ajuste sigmoidal de la erosión y precipitación en la comunidad La Felicidad en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, Olancho **a**. Usando el modelo Gompertz en el suelo sin cobertura **b**. Ajuste al modelo Weibull para el suelo con obra de bioingeniería

En la comunidad de La Jagua en el municipio de Catacamas el suelo sin cobertura el modelo que mejor se ajusto fue el Logístico con un r de 0.97. En el suelo con obra de bioingeniería usando el modelo Logístico con un r de 0.92 (Figuras 9 a y b).

La relación erosión y precipitación en los suelos con coberturas y sin cobertura, la línea de tendencia da a conocer que una precipitación mayor de 30 mm en la comunidad La Felicidad en Dulce Nombre de Culmí, la cantidad de suelo erosionado es de 35 kg/ha en suelo sin cobertura, en suelos con obras de bioingeniería la cantidad de suelo erosionado es de 19 kg/ha.

La cantidad de suelo erosionado en suelos en suelos sin cobertura en la comunidad La Jagua, con una precipitación mayor de 3.4 mm el total de suelo erosionado es de 34 kg/ha, y en suelos con obras de bioingeniería la cantidad de suelo erosionado es de 9 kg/ha

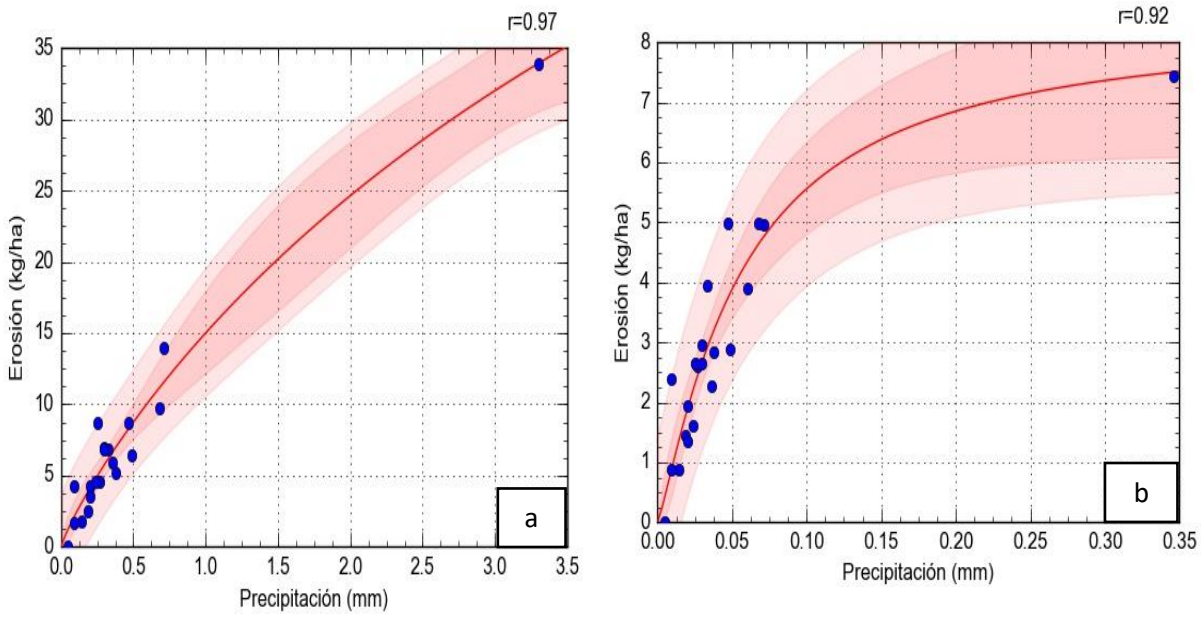


Figura 9. Modelo de ajuste sigmoidal de la erosión y precipitación en la comunidad La Jagua en el municipio de Catacamas, Olancho **a.** Ajuste al modelo Logístico para el suelo sin cobertura **b**. Suelo con obra de bioingeniería usando el modelo Logístico

Tabla 1. Modelos sigmoidales y sus ecuaciones que presentaron un mejor ajuste en las coberturas de suelo sometidas a estudio en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho

Comunidad	Uso de suelo	Ecuación de regresión	R^2	Modelo Sigmoidales
La Felicidad	**Suelos sin cobertura**	Escorrentía $(1/m^2) = (3.09140604) -(2.718281)^{-(2.718281)\ (5.9434890686)\ -(5.9955498910)\ (\text{Precipitación en mm})}$	0.89	Logístico
		Erosión (kg/ha) = $(5.880091)\ (2.718281)^{-(2.718281)\ (1.61205548)\ -(1.645362)\ (\text{Precipitación mm})}$	0.83	Gompertz
	Obra de bioingeniería	Escorrentía $(1/m^2) = 5.14651554/\ [1+(5.17508126)\ (2.718281)^{-(8.39906866)\ (\text{Precipitación mm})}$	0.85	Gompertz
		Erosión (kg/ha) = $(2.072049) -(1.753423)^{-(4.361490)\ (\text{Precipitación})\ (3.0828839)}$	0.80	Weibull
La Jagua	**Suelo sin cobertura**	Escorrentía (1/m2) = $(4.06931137)\ (2.718281)^{-(2.718281)\ (3.66505661)\ (9.87643997)\ (\text{Precipitación})}$	0.90	Gompertz
		Erosión (kg/ha) = $1.081476/\ [1+(\text{Precipitación mm}/8.089631)^{-8.73507454}$	0.97	Logístico
	Obra de bioingeniería	Escorrentía $(1/m^2) = (1.481860)\ [1+(1.001796)\ (2.718281)^{-(3.443825)\ (\text{Precipitación mm})}$	0.94	Logístico
		Erosión(kg/ha) = $8.367986/\ [1+(\text{Precipitación mm}\ /\ 5.63711330)^{-119140345}$	0.92	Logístico

Se realizaron reuniones en donde participaron beneficiarios de obras de bioingeniería, conjuntamente con el personal técnico de la Cruz Roja Hondureña, para la selección de obras de bioingeniería para ser sometidas al estudio.

Cuadro 1.Información de sitios críticos donde se realizó el estudio en los municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmi, Olancho

Comunidad	**Beneficiario**	**Población beneficiada**				**Total**	**Ubicación**		**Tipo de obra**	**Material vegetativo**	**Amenazas**
		H	**M**	**Niños**	**Niñas**		**X**	**Y**			
La Jagua	Vilma Mejía	0	2	0	0	2	655156	1647395	Barreras vivas	Valeriana	Deslizamiento
La Felicidad	Lisandro Morales	3	2	2	1	8	679079	1689399	Vallas tipo “V”	Izote	Deslizamiento
Nueva Esperanza	Escuela Rural Mixta “ Flor de La Esperanza”	1	2	31	29	63	677079	16888344	Barreras vivas	Valeriana	Deslizamiento

La realización de las actividades inicio con el reconocimiento de las personas que están beneficiadas por el proyecto resiliencia mediante la reducción del riesgo y salud–Olancho. En el cual se visitaron cada una de las parcelas que están establecidas en las diferentes comunidades y dando a conocer el trabajo que proseguía a realizarse. Al igual se reconoció las deficiencias que se encontraban en cada una de las obras, las cuales se tomaron en cuenta para el día en que se realizó la capacitación.

Cuadro 2. Reporte de la capacitación realizada en la comunidad Flor del Café, Catacamas, Olancho

N°	Comunidad	Grupo meta	Metodología utilizada	Objetivos de la capacitación	Materiales utilizados donde se realizó la capacitación	Distribución hombres mujeres y niños			Foto del evento
						H	M	Niños (a)	
1	Flor del Café	25 personas	Acción participativa	Capacitar a los beneficiarios de las obras de bioingeniería en temas de bioingeniería, conservación y fertilidad de suelos en la comunidad de Flor del Café del municipio de Catacamas, Olancho	Rotafolio Marcadores Cinta adhesiva Libreta Lápiz	13	6	6	

Tabla 2. Análisis químico del suelo en parcelas de obras de bioingeniería en tres comunidades del municipio de Catacamas y Dulce Nombre de

Variable	Unidad	Sitios Críticos								
		La Jagua			La Felicidad			Nueva Esperanza		
		Vilma Mejía			Lizandro Morales			Escuela Rural Mixta		
PH		7.20	A		5.5	M		4.87	B	
Materia orgánica	g /kg^{-1}	52.72	A		57.77	A		46.09	M	
Nitrógeno Total	g/ kg^{-1}	2.64	M		2.89	M		2.3	M	
Fosforo (P)	mg kg-1	12	M		10	M		5	B	
Potasio (K)	mg kg^{-1}	75	B		278	A		154	M	
Calcio (Ca)	mg kg^{-1}	23155	A		4485	M		1655	M	
Magnesio (Mg)	mg kg^{-1}	290	A		665	A		220	M	
Azufre (S)	mg kg^{-1}		B			B			B	
Hierro (Fe)	mg /kg^{3}	4.3	B		41.6	A		95.3	A	
Manganeso (Mn)	mg /kg^{3}	3.9	M		9.5	M		23.9	A	
Cobre (Cu)	mg /kg^{3}	0.71	M		1.01	A		0.72	M	
Zinc (Zn)	mg /kg^{3}	1.39	M		364	M		9.2	A	
Boro (B)	mg /kg^{3}		B			B			B	

Culmí, Olancho (Anexo 1)

Datos del laboratorio Químico Agrícola (FHIA 2018)

Los colores representan nivel calidad del suelo: **A= Alto** **M= Medio** **B= Baja**

5.6 Fertilidad de suelos

5.6.1 Propiedades químicas

pH: Los resultados de los análisis de suelo muestran que el pH de dos comunidades en sitios con obras de bioingeniería es generalmente acido, la comunidad La Felicidad presenta un pH con valores 5.50 y la comunidad Nueva Esperanza con un pH de 4.87, aunque el suelo de la comunidad La Jagua presenta un pH de 7.20 y estese encuentra en los rangos adecuados.

Materia orgánica: Los análisis de suelos muestran que la MO encontrados en las tres comunidades con obras de bioingeniería presentan valores de 52.72, 57.77, 46.09 g k g^{-1} lo que corresponde 5.272%, 5.77%, 4.60% total de materia orgánica. Los niveles de materia orgánica son altos en la comunidad La Jagua y La Felicidad, en cambio los niveles de materia orgánica en la comunidad Nueva Esperanza los niveles de de MO son bajos.

Nitrógeno total: El nitrógeno total encontrados en las tres comunidades en sitios con obras de bioingeniería muestran valores de; La Jagua 0.264, La Felicidad 0.289, Nueva Esperanza 0.23. g k g^{-1} son contenidos nitrógeno que están por la media esperada por cada comunidad. Estos niveles de nitrógeno son bajos para ambas comunidades.

Macronutrientes primarios

Fósforo: Los niveles de P, presente en dos comunidades están en los niveles óptimos de acuerdo con Arévalo (1986) los rangos son (8 a 10) y el suelo de la comunidad que presento mayor nivel de P es la comunidad La Jagua con un P de 12 ppm o mg kg^{-1} en la comunidad La Felicidad con P de 10 ppm o mg kg^{-1}, en cambio la comunidad de la Nueva Esperanza presento un P bajo de 5 ppm o mg kg^{-1}, la deficiencia de P provoca una deficiencia en el sistema radicular de la planta.

Potasio: Los resultados obtenidos de potasio K en las tres comunidades con obras de bioingeniería en estudio muestran valores de; La Jagua con K de 75 mg kg^{-1} La Felicidad 278 mg $kg^{-1,}$ Nueva Esperanza 154 mg $kg^{-1,}$ en general la comunidad que presento un nivel bajo de K es la comunidad de La Jagua.

Macronutrientes secundarios

Calcio y magnesio: Los suelos de las comunidades en estudio presentan niveles de calcio con los siguientes valores: Comunidad La Jagua Ca 23155 278 ppm mg kg^{-1}, comunidad La Felicidad Ca 4485 ppm mg $kg^{-1,}$ Comunidad Nueva Esperanza Ca 1655 ppm mg $kg^{-1.}$ Estas comunidades presentan niveles altos Ca. Los niveles de Magnesio que muestran los resultados del análisis son: La Jagua Mg 290 mg kg^{-1}, La Felicidad Mg 655 mg kg^{-1}, Nueva Esperanza Mg 220 mg kg^{-1}, en este caso los niveles de Mg son medios.

Micronutrientes

Hierro, manganeso, cobre y zinc: Los niveles de hierro presentes en el suelo de las tres comunidades con obras de bioingeniería son muy buenos, a excepción de la obra de bioingeniería que se encuentra en la comunidad La Jagua que cuenta con un nivel bajo de Fe. Los análisis de suelo muestran que los niveles de Mn son adecuados para las tres comunidades con obras en estudio. Los niveles presentes de cobre Cu en los suelos de las obras de bioingeniería son buenos y estos niveles son aceptables. En general los niveles de Zinc que muestran los análisis de suelo que solo en una obra y es en la comunidad La Jagua presenta buen nivel de Zn, en cambio las demás los niveles de Zn son elevados.

Tabla 3. Recomendaciones químicas y orgánicas de fertilizantes a utilizar en los diferentes cultivos con las que cuenta las diferentes obras de bioingeniería, en las comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho

N.º	Comunidad	Beneficiario	Recomendación química	Recomendación orgánica
1	**La Jagua**	**Vilma Mejía**	**Inicio de lluvia** 1.15 lbs/plantas de 12-24-12 0.5 lbs/planta de cloruro de potasio **Finales de las lluvias** 0.7 lbs/plantas de cloruro de potasio Foliarmente aplicar 2 cc/litros de agua de sulfato de zinc más 2cc/litros de agua de sulfato de manganeso de sulfato de cobre cada 3 meses.	1 litro de madrifol/1 Bomba de 25 litros Bocashi 1kg/planta Caldo potasio 1litro/bomba 21 litros
2	**La Felicidad**	**Lizandro Morales**	30 días antes de la fertilización al suelo aplicar 3.5 onzas/plantas de carbonato de calcio. Aplicar cada 3 meses 78.12kg/ha de 12-24-12 más 46.64 kg/ha de nitrato de amonio más 26.04 kg/ha de cloruro de potasio.	Lombricompost y ga llinasa 1kg/planta Aplicar cada tres mes
3	**Nueva Esperanza**	**Escuela Rural Mixta**	30 días antes de la fertilización al suelo aplicar 2.1 lbs/ de cal dolomita **Inicio de las lluvias** 1 lbs/plantas de 12-24-12 **Mediados de las lluvias** Aplicar 0.3 lbs/plantas de nitrato de amonio **Finales de las lluvias** Aplicar 0.3 lbs/plantas de nitrato de amonio más 0.3 lbs/plantas de cloruro de potasio	Bocashi 1 kg/ planta Aplicar cada tres mes

Tabla 4. Análisis físico de las parcelas de estudio en obras de bioingeniería en municipios de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho

N°	Comunidad	Beneficiario	Densidad aparente (g/cm^3)	Distribución porcentual			Clase textural
				Arena %	Limo %	Arcilla %	
1	La Jagua	Vilma Mejía	1.07	37.6	34.8	27.6	Franco arcilloso
2	La Felicidad	Lizandro Morales	0.99	55.6	26.8	17.6	Franco arenoso
3	Nueva Esperanza	Escuela Rural Mixta Flor de La Esperanza	1.13	60	22.4	17.6	Franco arenoso

Datos del Laboratorio Químico Agrícola (FHIA 2018).

La comunidad de La Jagua presenta condiciones óptimas de un suelo adecuado, con la característica que la proporción de arcilla se encuentra en mayor cantidad, haciendo esto que el suelo de la comunidad tal retenga más agua.

VI. CONCLUSIONES

a. Los sitios con obras de bioingeniería, presentaron bajos niveles de erosión y escorrentía, relacionados a la mayor cobertura vegetal, comparándose con suelos sin cobertura.

b. Los beneficiarios de obras de bioingeniería, fortalecieron sus conocimientos en temas de bioingeniería y fertilidad de suelo, brindando un eco manejo a las obras de bioingeniería.

c. De acuerdo a la opinión de los beneficiarios y los resultados obtenidos, las obras de bioingeniería son eficientes para el control de erosión y escorrentía.

d. Las obras de bioingeniería mediante el uso de vallas tipo “V” con izote, ubicada en la comunidad La Felicidad, presentaron mayor nivel de erosión y de escorrentía, a comparado con la obra de bioingeniería mediante el uso de barreras vivas con valeriana de la comunidad de La Jagua.

e. Las propiedades edáficas de las obras de bioingeniería en estudio, presentan niveles adecuados, para el establecimiento de huertos familiares.

VII. RECOMENDACIONES

a. Dar seguimiento al estudio, considerando la toma de datos al inicio la época lluviosa. Además, se deben incluir otras obras de bioingeniería presentes en la zona incorporando el estudio de otras variables edáficas y su relación con la erosión.

b. Socializar los resultados obtenidos en este estudio con los beneficiarios de las obras de bioingeniería y la población en general.

c. Fortalecer los conocimientos en materia de abonos orgánicos, en las comunidades intervenidas por la Cruz Roja Hondureña, en base a las propiedades edáficas de la zona, para mejorar la calidad y fertilidad del suelo.

d. De acuerdo a los análisis de suelo, para mejorar la fertilidad y calidad de los suelos en obras de bioingeniería, se recomienda realizar aplicaciones de bokashi, compostajes y caldo sulfocalcico.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Carroll J P, Khanna WT 1992 Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización (en línea). Asunción. Consultado el 13 de agosto del 2017. Disponible en: http://www.Scielo.org.co

Centeno, A.2011. Estabilización de taludes y el control de la erosión. Caracas, Venezuela. 7p

Denoia, R. 2014. Erosión Hídrica y procesos a contrarrestar el escurrimiento del recurso suelo (en línea). Quito. consultado el 25 de septiembre del 2017. Disponible en: http://www.aapresid.org.ar/blog/erosion-hidrica-como-afecta-el-ambiente.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. En Tierra Segura: Honduras, la amenaza hidrometeorológica en Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 4 p.

FAGRO (Facultad De Agronomía, Ur.).2004. Propiedades físicas del suelo. Montevideo, Uruguay. Universidad de la Republica. 68 p.

Frantig, T.1997. Bioingeniería para laderas, con erosión. 8 p. (en línea). Asociación Argentina de Ciencias del Suelo, consultado el 9 de agosto del 2017. Disponible en: pubs@unl.edu.

Hengchaovanich D.1999. El pasto Vetiver en la estabilización de pendientes y el control de la erosión (con énfasis especial en las aplicaciones de ingeniería) Bangkok, Tailandia. 14p

Ibáñez, J. (2006). La erosión del suelo: tipos de procesos erosivos (en línea). Bogotá. Consultado el 25 de septiembre del 2017. Disponible en: http://www.madrimasd.org/blogs/universo

Marín, R. 2007. Suelos y componentes del suelo (en línea). TERRA Latinoamérica, consultado el 25 de septiembre del 2017. Disponible en: http://salonhogar.net/Salones/Ciencias/1-3/El_Suelo/El_suelo.htm.

Morales, P. 2016. Departamento de Medio Ambiente Planificación Territorial y Vivienda (en línea). México. Consultado el 26 de septiembre del 2017. Disponible en: http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r497932/es/contenidos/informacion/suelo/es 104 4/erosion.html

Morgan, R. 1997. Erosión y conservación del suelo. (En línea). Madrid, España. Consultado 17 mar. 2014. Disponible en: http://books.google.cl/books

ONU (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.), 2010 Degradación de suelos en américa latina. (En línea). Colombia. Consultado el: 26 de septiembre del 2017 Disponible en http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-delsuelo/es/

Peña, L. 1992. Erosión y conservación de suelos. En: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Suelos, una visión actualizada del recurso. Santiago. Chile. 215-237.p

Raudes, M; Sagastume, N. 2009. Manual de conservación de suelos. Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central. Carrera de ciencia y producción agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 p.

Rivas, T. 2006. Fertilidad y conservación de suelos en obras de Bioingeniería. (en línea) SLCS, Sociedad latinoamericana de ciencias del suelo, consultado el 25 de septiembre del 2017. Disponible en: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de bioingenieria.pdf

Rodríguez P, O. 1999. Experiencias recientes sobre las aplicaciones del vetiver en bioingeniería en el ámbito internacional. Taller de bioingeniería para construcción. 60 P
Romero M A, López FM.1998. Erosión y escorrentía en el campo experimental de "El Ardal" nueve años de experiencias. 27, 115-130 p

Rojas, A.M; EEA Sáenz Peña. 2012. Densidad Aparente; Comparación de métodos de determinación en ensayo de rotaciones en siembra directa. INTA Centro Regional Chaco Formosa Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña. Chaco, Argentina. 3 p.

SERNA. (Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente). 2000. Primer Informe de País sobre la Implementación de la Convención de Desertificación en Honduras. Dirección General de Biodiversidad. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa. Honduras.

SERNA. (Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente). 2001. Informe del Estado del Ambiente. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa, Honduras. 10p.

Vahrson, W. 1990. El potencial erosivo de la lluvia en Costa Rica. Agronomía. Costa Rica 24p.

Velásquez, S. 2012. Erosión de suelos utilizando la EUPSR (RUSLE). Notas de clase. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) p 48.

ANEXOS

Anexo 1. Parcelas de erosión instaladas en comunidades de Catacamas y Dulce N
de Culmí, Olancho.





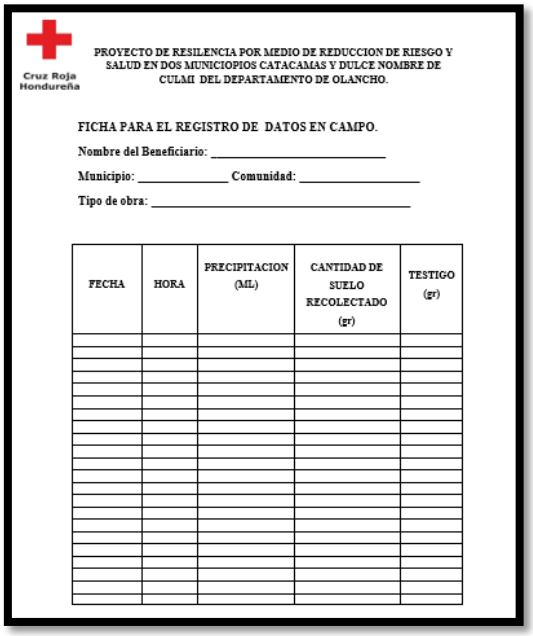
Parcelas de erosión en obras de bioingeniería





Parcelas de erosión sin coberturas

Anexo 2. Ficha de campo para toma de precipitación y erosión en sitios con obras de bioingeniería en estudio



Cruz Roja Hondureña

PROYECTO DE RESILENCIA POR MEDIO DE REDUCCION DE RIESGO Y SALUD EN DOS MUNICIOPIOS CATACAMAS Y DULCE NOMBRE DE CULMI DEL DEPARTAMENTO DE OLANCHO.

FICHA PARA EL REGISTRO DE DATOS EN CAMPO.

Nombre del Beneficiario: _____

Municipio: _____ Comunidad: _____

Tipo de obra: _____

FECHA	HORA	PRECIPITACION (ML)	CANTIDAD DE SUELO RECOLECTADO (gr)	TESTIGO (gr)

Ficha de campo para la toma de datos de precipitación y recolección de suelo erosionado



Instalación del pluviómetro en cada comunidad para la toma de datos de precipitación

Anexo 3 .Recolección y tabulación de datos en estudio





Muestras de suelo erosionado

Anexo 4. Secado y peso del suelo



Secado de las muestras de suelo erosionado



Peso del suelo seco recolectado en parcelas de erosión

Anexo 5. Capacitaciones a beneficiarios de obras de bioingeniería en la Comunidad, Flor del Café, Catacamas, Olancho



Elaboración de material didáctico



Capacitación a beneficiaros de obras de bioingeniería

Anexo 6. Recolección de muestras de suelo.



Recolección de suelo para análisis químico y físico en el laboratorio de la FHIA

Anexo 7. Formato para análisis de suelo.

Fundación Hondurena de Investigación Agrícola

FORMATO DE RECIBO DE MUESTRAS DE SUELO Y FOLIARES

1. Tipo de muestra: Suelo _____ Foliar _____

2. Localización (ciudad, aldea, caserío):
   _____ Municipio_____
   Departamento _____ País _____

3. Topografía del terreno:

   3.1. Vega _____ Pie de colina _____ Ladera _____ Parte alta de la colina _____

4. Donde toma la muestra:

   4.1. Donde aplica el fertilizante_____ Al azar (en zigzag) _____

5. Aplicación del fertilizante:

   5.1. Al voleo _____ Aplicación localizada del fertilizante _____
   5.2. Fertirriego _____ Goteo _____ Aspersión _____ Inundación _____

6. Clima:

   6.1. Cálido _____ Fresco _____ Frío _____
   6.2. Lluvia total al año (mm)_____
   6.3. Escasa lluvia de diciembre a Junio _____
   6.4. Lluvias de Junio a Agosto_____
   6.5. Lluvias fuertes en septiembre y Octubre_____
   6.6. Otras observaciones:
   _____
   _____
   _____

7. Drenaje:

7.1. El color del suelo es gris _____

7.2. El color del suelo es pardo _____

7.3. El color del suelo a una profundidad de 30 cm es rojo, amarillo y blanco _____

7.4. El área se encharca con agua y se conserva encharcada 48 hrs después de las lluvias _____

7.5. El suelo no se mantiene encharcado _____

7.6. El suelo se mantiene húmedo a 30-40 cm de profundidad _____

7.7. El suelo se inunda con frecuencia _____

7.8. El suelo nunca se inunda _____

7.9. El suelo se inunda en septiembre-Octubre _____

8. Suelo:

8.1. El suelo suelto tiene una profundidad de 30 cm _____

8.2. El suelo suelto tiene una profundidad de 60 cm _____

8.3. El suelo suelto tiene una profundidad de 90 cm _____

8.4. El color en la superficie del suelo es negro _____

8.5. El color en la superficie del suelo es pardo _____

8.6. El color del suelo en la superficie es rojo _____

8.7. El color del suelo en la superficie es amarillo _____

8.8. Al momento de la labranza el suelo es duro _____

8.9. Al momento de la labranza el suelo es suave _____

8.10. El suelo contiene alto contenido de roca _____

8.11. El suelo tiene alto contenido de grava _____

8.12. El suelo tiene alto contenido de arena _____

8.13. El suelo es pegajoso (barroso) _____

9. Cultivo:

9.1. Cultivo (s) _____

9.2. Cultivo nuevo _____ Cultivo establecido _____

9.3. Edad del cultivo _____ Área: _____

9.4. Patrón de siembra (Distancia entre Planta) _____

9.5. Densidad de Planta por Manzana: _____

9.6. El cultivo presenta amarillamiento general _____

9.7. Las hojas bajas están amarillas _____

9.8. Las hojas bajas presentan manchas amarillas ____

9.9. Hojas bajas con trazas rojas _____

9.10. Las hojas jóvenes están torcidas o deformadas _____

9.11. Los frutos parecen torcidos _____

9.12. Los frutos en las puntas aparecen con lesiones _____

9.13. El peso del fruto es bajo _____

10. Enviar fotografías del paisaje, cultivo y del suelo.

Anexo 8.Resultados de análisis de suelos de propiedades químicas de las comunidades en estudio



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUIMICO AGRICOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Cruz Roja Hondureña — Municipio: Catacamas
Identificación: Mza B1 — Departamento: Olancho
No. Solicitud: 40606-1 — Cultivo: Aguacate
No. Laboratorio: 307 — Fecha: 2018/03/22

							Interpretación
pH	7.20	A	Hierro (Fe)	4.3	mg/dm³	B	
Materia Organica	52.72	g/kg	A	Manganeso (Mn)	3.9	mg/dm³	M	% = g/kg / 10
Nitrogeno Total	2.64	g/kg	M	Cobre (Cu)	0.71	mg/dm³	M	ppm = mg kg⁻¹
Fosforo (P)	12	mg kg⁻¹	M	Zinc (Zn)	1.39	mg/dm³	M	ppm = mg/dm³
Potasio (K)	75	mg kg⁻¹	B	Boro (B)	.	mg/dm³	B	A = Alto
Calcio (Ca)	23195	mg kg⁻¹	A					M = Medio
Magnesio (Mg)	230	mg kg⁻¹	A					B = Bajo
Azufre (S)	.	mg kg⁻¹	B					

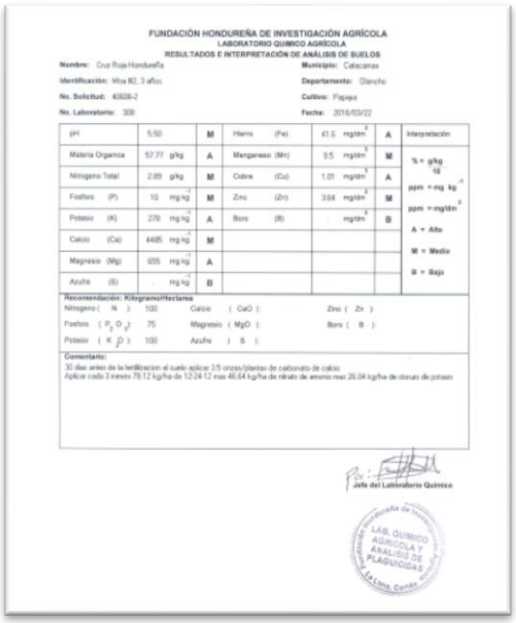
Recomendación: Kilogramo/Hectarea
Nitrogeno (N): 27 — Calcio (CaO): — Zinc (Zn):
Fosforo (P_2O_5): 70 — Magnesio (MgO): — Boro (B):
Potasio (K_2O): 126 — Azufre (S):

Comentario:
Inicio de las lluvias aplicar 1.15 lbs/plantas de 12-24-12 mas 0.5 lbs/planta de cloruro de potasio
Mediados de las lluvias aplicar 1.15 lbs/plantas de 12-24-12
Finales de las lluvias aplicar 0.7 lbs/plantas de cloruro de potasio
Foliarmente aplicar 2 cc/litros de agua de sulfato de zinc mas 2 cc/litros de agua de sulfato de manganeso de sulfato de cobre cada 3 meses

Jefe del Laboratorio Químico

LAB. QUIMICO AGRICOLA Y ANALISIS DE PLAGUICIDAS

Comunidad La Jagua



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUIMICO AGRICOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Cruz Roja Hondureña — Municipio: Catacamas
Identificación: Mza B2, 3 años — Departamento: Olancho
No. Solicitud: 40606-2 — Cultivo: Papaya
No. Laboratorio: 308 — Fecha: 2018/03/22

							Interpretación
pH	5.50	M	Hierro (Fe)	41.6	mg/dm³	A	
Materia Organica	57.77	g/kg	A	Manganeso (Mn)	9.5	mg/dm³	M	% = g/kg / 10
Nitrogeno Total	2.89	g/kg	M	Cobre (Cu)	1.01	mg/dm³	A	ppm = mg kg⁻¹
Fosforo (P)	10	mg kg⁻¹	M	Zinc (Zn)	3.64	mg/dm³	M	ppm = mg/dm³
Potasio (K)	278	mg kg⁻¹	A	Boro (B)	.	mg/dm³	B	A = Alto
Calcio (Ca)	4485	mg kg⁻¹	M					M = Medio
Magnesio (Mg)	655	mg kg⁻¹	A					B = Bajo
Azufre (S)	.	mg kg⁻¹	B					

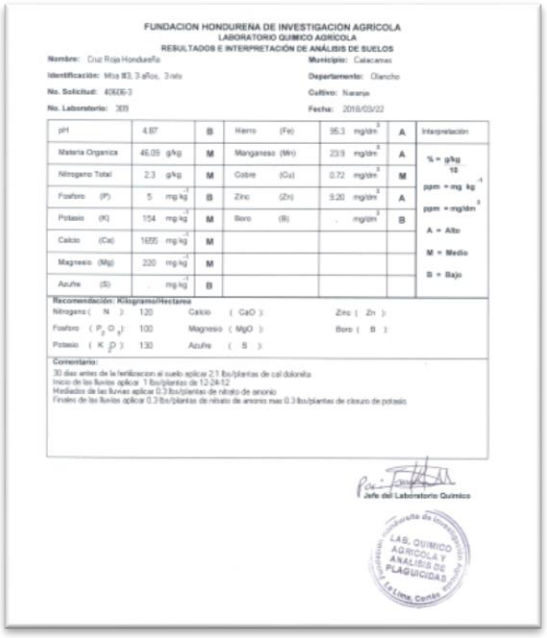
Recomendación: Kilogramo/Hectarea
Nitrogeno (N): 100 — Calcio (CaO): — Zinc (Zn):
Fosforo (P_2O_5): 75 — Magnesio (MgO): — Boro (B):
Potasio (K_2O): 100 — Azufre (S):

Comentario:
30 dias antes de la fertilizacion al suelo aplicar 3.5 ozqas/plantas de carbonato de calcio
Aplicar cada 3 meses 79.12 kg/ha de 12-24-12 mas 46.64 kg/ha de nitrato de amonio mas 26.04 kg/ha de cloruro de potasio

Jefe del Laboratorio Químico

LAB. QUIMICO AGRICOLA Y ANALISIS DE PLAGUICIDAS

Comunidad La Felicidad



FUNDACION HONDURENA DE INVESTIGACION AGRICOLA
LABORATORIO QUIMICO AGRICOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: Cruz Roja Hondureña — Municipio: Catacamas
Identificación: Mza B3, 3 años, 3 mts — Departamento: Olancho
No. Solicitud: 40606-3 — Cultivo: Naranja
No. Laboratorio: 309 — Fecha: 2018/03/22

							Interpretación
pH	4.87	B	Hierro (Fe)	95.3	mg/dm³	A	
Materia Organica	46.05	g/kg	M	Manganeso (Mn)	23.9	mg/dm³	A	% = g/kg / 10
Nitrogeno Total	2.3	g/kg	M	Cobre (Cu)	0.72	mg/dm³	M	ppm = mg kg⁻¹
Fosforo (P)	5	mg kg⁻¹	B	Zinc (Zn)	9.20	mg/dm³	A	ppm = mg/dm³
Potasio (K)	154	mg kg⁻¹	M	Boro (B)	.	mg/dm³	B	A = Alto
Calcio (Ca)	1655	mg kg⁻¹	M					M = Medio
Magnesio (Mg)	220	mg kg⁻¹	M					B = Bajo
Azufre (S)	.	mg kg⁻¹	B					

Recomendación: Kilogramo/Hectarea
Nitrogeno (N): 120 — Calcio (CaO): — Zinc (Zn):
Fosforo (P_2O_5): 100 — Magnesio (MgO): — Boro (B):
Potasio (K_2O): 130 — Azufre (S):

Comentario:
30 dias antes de la fertilizacion al suelo aplicar 2.1 lbs/plantas de cal dolomita
Inicio de las lluvias aplicar 1 lbs/plantas de 12-24-12
Mediados de las lluvias aplicar 0.3 lbs/plantas de nitrato de amonio
Finales de las lluvias aplicar 0.3 lbs/plantas de nitrato de amonio mas 0.3 lbs/plantas de cloruro de potasio

Jefe del Laboratorio Químico

LAB. QUIMICO AGRICOLA Y ANALISIS DE PLAGUICIDAS



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

CODIGO: RT-41
Versión No. 2
Pág.1/1

Laboratorio Químico Agrícola
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

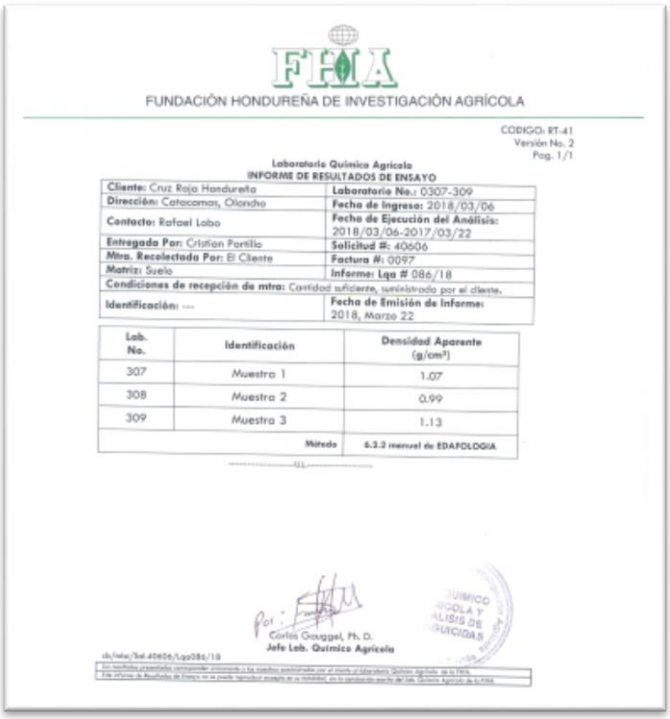
Cliente: Cruz Roja Hondureña	**Muestra No.:** 0307-309
Dirección: Catacamas, Olancho	**Fecha de Ingreso:** 2018/03/06
Contacto: Rafael Lobo	**Fecha de Ejecución del Análisis:** 2018/03/06-2018/03/22
Entregada Por: Cristian Portillo	**Solicitud #:** 40606
Mtra. Recolectada Por: El Cliente	**Factura #:** 0097
Matriz: Suelo	**Informe: Lqa #**086/18
Condiciones de recepción de mtra: Cantidad suficiente, conservado a temperatura ambiente y en un envase adecuado suministrado por el cliente.	
Identificación: ---	**Fecha de Emisión de Informe:** 2018, Marzo 22

Lab. No.	Identificación	Distribución Porcentual Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
307	Muestra 1	37.6	34.8	27.6	Franco Arcilloso
308	Muestra 2	55.6	26.8	17.6	Franco Arenoso
309	Muestra 3	60	22.4	17.6	Franco Arenoso
				Método	Bouyoucos

Carlos Gaugel, Ph. D.
Jefe Lab. Químico Agrícola

LAB. QUIMICO AGRICOLA Y ANALISIS DE PLAGUICIDAS

Anexo 9. Resultados de análisis de suelos de propiedades físicas en obras de bioingeniería.



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

CODIGO: RT-41
Versión No. 2
Pag. 1/1

Laboratorio Químico Agrícola
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Cliente: Cruz Roja Hondureña	**Laboratorio No.:** 0307-309
Dirección: Catacamas, Olancho	**Fecha de Ingreso:** 2018/03/06
Contacto: Rafael Lobo	**Fecha de Ejecución del Análisis:** 2018/03/06-2017/03/22
Entregada Por: Cristian Portillo	**Solicitud #:** 40606
Mtra. Recolectada Por: El Cliente	**Factura #:** 0097
Matriz: Suelo	**Informe: Lqa #** 086/18
Condiciones de recepción de mtra: Cantidad suficiente, suministrada por el cliente.	
Identificación: ---	**Fecha de Emisión de Informe:** 2018, Marzo 22

Lab. No.	Identificación	Densidad Aparente (g/cm³)
307	Muestra 1	1.07
308	Muestra 2	0.99
309	Muestra 3	1.13
	Método	**6.3.3 manual de EDAFOLOGIA**

Carlos Gauggel, Ph. D.
Jefe Lab. Químico Agrícola

Análisis de densidad aparente en las tres comunidades con obras de bioingeniería

Anexo 10. Interpretación de análisis de fertilidad de suelos

Determinación Analítica	Bajo	Medio	Alto
PH	≤5.0	5.1-6.8	≤ 6.9
Materia orgánica	≤0.2	0.6-0.4	≤ 0.5
Nitrógeno Total	≤3.0	3.1-5.0	≤5.1
Fosforo (P)	≤10.0	10.-20	≤21
Potasio (K)	≤98.0	99-234	≤235
Calcio (Ca)	≤799.0	800-6000	≤6001
Magnesio (Mg)	≤150.0	151-250	≤81
Azufre (S)	≤19.0	20-80	≤16
Hierro (Fe)	≤5.0	5.1-15	≤81
Manganeso (Mn)	≤2.0	2.1-10	≤11
Cobre (Cu)	≤0.5	0.51-10	≤10.1
Zinc (Zn)	≤1.0	1.1-5.0	≤5.1
Boro (B)	≤0.5	0.51-8.0	≤8.1