



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

Facultad de Humanidades y Ciencias Jurídicas

Departamento de Geografía

Evaluación de Pérdida de suelo mediante Sistemas de Información Geográfica  
(SIG), en la microcuenca Buena Vista

Monografía para optar al grado de  
Licenciado en Geografía

**Autores**

Br: Raúl Isaac Talavera Montalván

Br: Junnior Javier González Borge

**Tutora**

MSc. Ingrid Elizabeth Úbeda Trujillo

Managua diciembre 2020

## DEDICATORIA

Principalmente a **Dios**, por haberme permitido llegar a culminar con feliz éxito mis estudios, dándome sabiduría y entendimiento para no darme por vencido y seguir siempre adelante. A él sea toda la honra y la gloria, gracias por tus bendiciones.

A nuestra **madre Santísima la Siempre Virgen María**, por interceder ante el padre celestial, para que escuchara mis oraciones y poder lograr con éxito la culminación de mi carrera, por acompañarme en los momentos difíciles que en algún momento se me presentaron.

A mis padres **Reynerio José Talavera y Reyna Isabel Montalván**, por haber depositado toda su confianza en mí, por su apoyo, sus oraciones, su amor incondicional y por todo el sacrificio que han hecho por mí, hasta verme convertido en un profesional en todo este transcurso de la vida, LOS AMO

A mis hermanos, **Mayra, Reynerio, Francis, Yansi y Belén**, por ser siempre un motor importante en esta lucha de preparación profesional.

A mi abuelita **Lucrecia Montalván** por aconsejarme y por sus oraciones para que yo siempre estuviera bien fuera de mi familia, y por impulsarme siempre a que nunca desistiera de mis estudios. LA QUIERO MUCHO ABUELITA.

A toda **mi familia** que estuvieron al pendiente de mi formación y que de alguna manera me ayudaron a seguir siempre esta lucha, sin sus motivaciones no sería posible llegar a esta etapa final de mi vida.

**Raúl Isaac Talavera Montalván**

## DEDICATORIA

Este trabajo investigativo se lo dedico primeramente a Dios por haberme dado la fuerza y la sabiduría para cumplir esta meta tan importante en mi vida, ya que a pesar de las distintas dificultades que se me presentaron, él siempre me ayudo a no dejar de creer en que todo en esta vida es posible si perseveramos hasta el final, manteniendo siempre claro los objetivos a los que deseamos llegar.

A mi Madre **Sonia Del Carmen Borge Espinoza** por su apoyo incondicional, sus buenos consejos, por dedicarme su tiempo y sus buenos deseos en todo momento, los cuales me han hecho crecer como persona y como futuro profesional en todo el transcurso de mi vida, que siempre me ha apoyado y estuvo atenta de mí en todo momento para que yo pudiera seguir por el buen camino y así lograr cumplir este objetivo tan importante como es la culminación de mi Carrera universitaria. A toda mi familia en general que siempre creyeron y estuvieron al pendiente de mi desarrollo profesional deseándome sus Buenos deseos y consejos para que yo pudiera desarrollarme hasta donde estoy hoy en día.

A mi compañero Raúl Talavera por ser un Buen amigo y compañero de tesis en todo momento, el cual gracias a su esfuerzo hizo posible la realización de este trabajo investigativo.

**Junnior Javier González Borge**

## AGRADECIMIENTO

En especial y profundamente a **Dios** nuestro señor, por darme siempre la esperanza de ver la luz de cada amanecer, por protegerme siempre en cada paso que doy, mil gracias.

Infinito agradecimiento a mis padres **Reynerio Talavera y Reyna Montalván** por ser mi orgullo y mi ejemplo a seguir, para ellos mis más bellos y sinceros agradecimientos

A mi mejor amigo **Lennin Aguilar**, que sus consejos me ayudaron a seguir siempre al pie de la lucha y nunca desistir y a no darme por vencido, por estar en las buenas y en las malas apoyándome siempre.

A **Aarón Daniel López Arévalo**, amigo que siempre me aconsejó y gracias a sus ejemplos de humildad me dieron ánimos de nunca “renegar” de la vida, el me enseñó a “cuidar y valorar a mis padres, y a amar la vida tal y como es, sin poner limitaciones ni obstáculos” Gracias mi buen amigo.

A mis cuñados: **José Dolores Aguilar y Edith Galeano** y a mi sobrino **Edickson Talavera**, mis agradecimientos.

**Ingeniero Gonzalo Bonilla** del área de ordenamiento Territorial del INETER, por su valiosa colaboración con datos para calcular el factor de erodabilidad del suelo, para nuestro trabajo de investigación, infinitas gracias.

**MSc. Ingrid Elizabeth Úbeda Trujillo** por su colaboración, por haberme guiado y brindado todo su apoyo como tutora de tesis y llevar a feliz término la culminación de esta, infinitas gracias MSc. Úbeda.

**MSc. Samanta María Espinoza Rivera** por su apoyo incondicional y su valiosa ayuda emocional, por sus consejos que siempre me dio, para seguir siempre adelante. Gracias.

**MSc. Lisseth Blandón** por brindarnos asistencia al momento de alguna duda para bien de nuestro trabajo.

**Lic. Marcos Mairena Downs** por sus buenos consejos que quedan marcados en mi mente para mi bien personal, por impulsarme siempre a ser un buen estudiante durante mi periodo de formación, agradecimiento infinito profe Mairena.

**MSc. Dimas Delgado**, director del departamento de Geografía por todo su apoyo brindado en el transcurso de enseñanza académica.

**MSc. Luis Enrique Zeledón Almendarez**, por sus buenos consejos, por ayudarme en los momentos que acudí a su buena amabilidad. Muchas gracias.

**Heriberto Mayorga**, por su apoyo incondicional, tanto emocional como económico, en los momentos que más acudí a su buena voluntad, Gracias.

Agradecimiento especial a **Roger H. Centeno, Karling Karelia Briones Rodríguez y Keren Isamar Altamirano**, por ayudarme a recorrer este camino en las buenas y en las malas, y nunca abandonarme en los momentos difíciles que se atravesaron en mi camino, gracias chicos.

A mis compañeros de universidad, colegas y amigos, por su apoyo infinito, **Josseling Ampie, Georgia Onsang, Katherine Herrera, Jason Umaña, Felipe Delgado, Gerald Reyes** y compañero de tesis **Junnior González**, por su amistad brindada durante este largo camino.

**Raúl Isaac Talavera Montalván**

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios que todo lo puede, por prestarnos vida y lograr concluir con este trabajo, a mi madre por siempre apoyarme y darme consejos para seguir adelante y no darme

A mi amigo **Mauricio De Jesús Flores Portillo**, por toda su amistad brindada en este transcurso de formación profesional, por apoyarme y aconsejarme siempre, Gracias.

**Msc. Ingrid Elizabeth Úbeda Trujillo** por su colaboración, por haberme guiado y brindado todo su apoyo como tutora de tesis y llevar a la culminación de este trabajo, infinitas gracias.

**Msc. Lisseth Blandón** por brindarnos asistencia al momento de algunas dudas para bien de nuestro trabajo. **Msc. Samanta María Espinoza Rivera** por su apoyo incondicional y su valiosa ayuda emocional, por sus consejos que siempre me dio, para seguir siempre adelante. Gracias.

A todos los docentes en general de la universidad Que de alguna manera contribuyeron en nuestro aprendizaje, ya que nos enseñaron las distintas ramas de las ciencias necesarias para poder ser futuros Geógrafos.

A mis compañeros de universidad, futuros colegas y amigos, por su apoyo infinito, **Michael Briones, Jasón Umaña** y compañero de tesis **Raúl Talavera**, por su amistad brindada durante este largo camino que hemos recorrido.

**Junnior Javier González Borge**

## CARTA AVAL DEL TUTOR

## RESUMEN

En la microcuenca Buena Vista se encuentran 11 comarcas dedicadas a las actividades agrícolas de maíz, frijol, cítricos, y hortalizas, lo que ha provocado la pérdida de suelo en el área en estudio. La presente investigación tiene como propósito evaluar las pérdidas de suelo mediante Sistemas de Información Geográfica proponer acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo en el área en estudio. La metodología que se utilizó es de carácter descriptivo, y de enfoque cuantitativo. Se aplicó el modelo empírico basado en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE) para determinar la pérdida de suelo en toneladas por hectárea por año (ton /ha/año). Los factores considerados fueron: la erosividad de la lluvia (factor R), la erosionabilidad del suelo (factor K), la longitud y grado de la pendiente (factor LS) y la cobertura y manejo del suelo (factor C). Asimismo, para conocer las actividades agrícolas que influyen en las pérdidas de suelo, se seleccionó a 10 productores agrícolas, a los cuales se les aplicó las encuestas y entrevistas. Los principales resultados encontrados indican que en la parte noreste y suroeste del área en estudio existen niveles altos de erosión con una pérdida de suelo de  $> 25\text{ton/ha/año}$ , equivalente al 4% del área total. Por lo que resulta óptimo proponer acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación del mismo antes de que las pérdidas de suelo sean mayores a medida que aumente la población y los usos de la tierra para la agricultura.

**Palabras Claves:** erosión de suelo, actividad agrícola, microcuenca.



## **Siglas y Acrónimos**

**CONAFOR:** Comisión Nacional Forestal

**INATEC:** Instituto Nacional Tecnológico

**FAO:** La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

**ICONA:** Instituto para la Conservación de la Naturaleza

**Km:** Kilómetros

**Ha:** Hectáreas

**Ton:** Toneladas

**MAGFOR:** Ministerio agropecuario y Forestal

**USLE:** Ecuación Universal De pérdida de suelo

**ONG:** Organizaciones no gubernamentales

**IMAE:** Índice mensual de actividades económicas

**CENAGRO:** Censo nacional agropecuario

**Mz:** Manzanas

**PIB:** Producto interno bruto

**AMUSCLAM:** Asociación de Municipios Ubicados en la Sub-Cuenca III Sur del Lago de Managua.:

**USDA:** Departamento de agricultura de los Estados Unidos

**PASOLAC:** Programa de Agricultura Sostenible en las Laderas de América Central

## INDICE

RESUMEN.....	8
Siglas y Acrónimos .....	9
1.1    Introducción .....	13
1.2    Planteamiento del problema .....	15
1.3    Justificación.....	16
1.4    Objetivos de investigación .....	17
1.4.1    General .....	17
1.4.2    Específicos .....	17
1.5    Hipótesis.....	18
CAPÍTULO II .....	19
2.1    Antecedentes .....	19
2.2    Marco Teórico.....	21
2.2.2    Acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo en el área en estudio .....	25
2.3    Marco Legal .....	26
2.4    Diseño Metodológico .....	30
2.4.1    Método .....	30
2.4.2    Tipo de investigación .....	30
2.4.3    Enfoque de la investigación .....	30
2.4.4    Área de estudio y caracterización Físico Geográfica .....	31
2.4.5    Actividades económicas de la comarca Lomas del Gavilán ubicada en el área en estudio..	33
2.4.6    Estimación de pérdida de suelo.....	34
2.4.6    Acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo en el área en estudio. ....	43
2.5    Técnicas de recolección de datos .....	43
2.5.1    Observación.....	43
2.5.2    Entrevista.....	43
2.5.3    Encuesta .....	44
2.5.4    Instrumentos .....	44
2.5.5    Plan de tabulación de datos .....	44
CAPÍTULO IV.....	45
4.1    Análisis y discusión de resultados.....	45

4.1.1 Actividades económicas de la comarca Lomas del Gavilán ubicada en el área en estudio (Estudio de caso) .....	45
4.2 Evaluación de pérdida de suelo .....	50
4.3 Acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo en la Microcuenca Buena Vista .....	53
CAPÍTULO V. ....	61
5.1 Conclusiones .....	61
5.2 Recomendaciones.....	62
5.2 Bibliografía .....	63
5.3 Anexos.....	67

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Área de Estudio y Caracterización Físico geográfica (a) Mapa de Nicaragua, (b) subcuenca de Managua y (c) microcuenca Buena Vista .....	31
<b>Figura 2:</b> Diagrama que muestra la metodología usada para el objetivo "Caracterización de las actividades económicas.....	33
<b>Figura 3:</b> Ubicación de las Comarcas .....	34
<b>Figura 4:</b> Diagrama que muestra la metodología empleada para estimar las pérdidas de suelo mediante la metodología de USLE.....	35
<b>Figura 5:</b> Factor de Erosividad (R) .....	36
<b>Figura 6:</b> Factor de erodabilidad (K) .....	39
<b>Figura 7:</b> Factor de Longitud y gradiente (LS) .....	40
<b>Figura 8:</b> Factor de cobertura Vegetal (C) .....	42
<b>Figura 9:</b> Extensión de sus tierras .....	45
<b>Figura 10:</b> Régimen de Tenencia. ....	46
<b>Figura 11:</b> Manzanas de tierra cultivadas al año .....	46
<b>Figura 12:</b> Principales Cultivos.....	47
<b>Figura 13:</b> Mayores Rendimientos en sus cosechas.....	47
<b>Figura 14:</b> Rotación de cultivo y en asocio .....	48
<b>Figura 16:</b> Financiamiento y apoyo.....	49
<b>Figura 17:</b> Implementación de prácticas agrícolas, .....	50
<b>Figura 19:</b> Perdida de Suelo, fuente Propia.....	51
<b>Figura 20:</b> Área en porcentaje (%) de perdida de suelo .....	52

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1:</b> Marco Legal, Ley 217 .....	27
<b>Cuadro 2:</b> Estaciones Pluviométricas, cercanas al área en estudio .....	37
<b>Cuadro 3:</b> Clasificación de los grados de erodabilidad según USDA (1962) .....	38
<b>Cuadro 4:</b> Calculo del Factor LS .....	41
<b>Cuadro 5:</b> Valor de cobertura vegetal C tomada de Rosee, 1977 .....	42
<b>Cuadro 6:</b> Rendimientos de los cultivos por manzanas .....	48
<b>Cuadro 7:</b> Niveles de Intensidad de Perdida de suelo .....	52
<b>Cuadro 8:</b> Lista de contenidos y sub contenidos a desarrollarse .....	55
<b>Cuadro 9:</b> Actividades detalladas .....	55

# CAPITULO I

## 1.1 Introducción

Desde el comienzo de la agricultura, la relación entre el hombre y el uso de la tierra para cultivar ha sido crítica. En efecto, cuando la tierra cultivable es insuficiente, la población sufre hambre (CONAFOR, 2004). El recurso suelo es finito y no renovable (Perez Rodriguez, Blas, Soto, Pontevedra Pombal, & Lopez Periago, 2011), por lo que resulta difícil, y costoso recuperar sus propiedades físicas después de haber sido erosionado por la actividad agrícola (CONAFOR, 2004).

Cualquier cambio generado en la cobertura vegetal, podría disminuir o hacer desaparecer la capa protectora del suelo y exponerlo aún más al efecto erosivo de una precipitación (Roder, Villavicencio, & Zarazúa Villaseñor, 2006). La agricultura es la causa principal de la pérdida de suelo, por lo que la producción primaria de alimentos debería de priorizar la conservación para la disminución de los costes económicos de producción agrícola (Pérez *et al.*, 2011).

La implementación de prácticas inadecuadas para cultivar como son: las quemas, el sobre pastoreo, excesos de labranza, y cultivar en contra de las curvas de nivel genera pérdidas de nutrientes en el suelo y degradación del suelo (Duarte, 2015). La degradación de los suelos por erosión hídrica es uno de los procesos que influyen en la pérdida de la capacidad productiva de la tierra (Rodríguez, Florentino, Gallardo, & Garcia, 2004) y la fertilidad del suelo, afectando la estabilidad fisiológica de las plantas (Roder *et al.*, 2006), y causando bajos rendimientos agrícolas (Duarte, 2015). La estimación de este proceso degradativo, en términos de pérdida de suelo, se ha realizado mundialmente a través de la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) y su incorporación a los Sistemas de Información Geográfica-SIG, (Rodríguez *et al.*, 2004).

La microcuenca Buena Vista tiene un área total de 62.12 Km<sup>2</sup> y se ubican 11 comarcas, las cuales son: Lomas del Gavilán, San Francisco, Campuzano, Denis Lario, Pablo Calero, La Borgoña (Ticuantepe), Las Perlas, Buena Vista, Los Altos, Dirita, Manuel Landez, y el Casco Urbano de Nindirí. Estas comarcas están dedicadas a la producción agrícola de maíz,

frijoles, cítricos, hortalizas e implementan prácticas como: la quema, deforestación, y el uso de maquinarias. Por lo tanto, el presente estudio se divide en tres capítulos. En el primer capítulo se caracterizó las actividades económicas de la Comarca Lomas del Gavilán que es una de las 11 comarcas ubicadas en el área en estudio. En el segundo capítulo, se estimó las pérdidas de suelo en la microcuenca Buena Vista; y en el tercer capítulo, se propuso acciones de buenas prácticas de uso de suelo para su conservación.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En Nicaragua la cobertura agropecuaria (cultivo anual, permanente y pastos) ocupa el 40.31% de la superficie terrestre, seguido de los bosques con un 34.45%, la vegetación secundaria en un 9.8 %, agua un 8.7%, ciudades, poblados y caseríos, suelo sin vegetación, humedal y sabana un 6.7% (INETER, 2015).

La erosión de suelo es un conflicto ambiental debido a su incidencia sobre la producción agrícola. En Nicaragua, la degradación de los suelos por erosión hídrica conlleva al deterioro de sus propiedades físico-químicas, así como a su fragmentación o meteorización (Urbina R. , 2005).

La erosión es un conflicto ambiental vinculado a la interacción entre el uso de la tierra y las actividades económicas, las características naturales del suelo y su vegetación, el relieve y las fuerzas erosivas del agua y del viento. Se inicia por desequilibrios en el ecosistema al deforestar y establecer cultivos o pastizales sin proteger el suelo. Se estima que la erosión actual ha alcanzado niveles de deterioro alarmantes ya que de las 7.7 millones de hectáreas no cubiertas de bosques, el 48.3% presenta erosión moderada a severa con pérdidas de espesor de suelo que varían de 20 hasta 65 cm. de espesor en los casos más severos. Además de las estimaciones mencionadas, existen diversos resultados experimentales recientes que confirman la magnitud que ha alcanzado la erosión a nivel nacional (Urbina R. , 2005).

**¿Cuál es el impacto de las actividades agrícolas en el recurso suelo en la microcuenca Buena Vista?**

### **1.3 Justificación**

Socialmente, contribuirá en la generación de conocimientos de acciones de buenas prácticas de uso de suelo para que los agricultores conserven el suelo que les permite generar ganancias económicas y es la base primaria para la producción de granos básicos de subsistencia. A su vez, se logrará mitigar la pérdida de suelo en los terrenos, Además, FAO (2018) indicó que los alimentos inocuos, nutritivos y de buena calidad sólo pueden producirse si los suelos se mantienen sanos. Si no lo están, no se pueden producir suficientes alimentos para alcanzar las metas del programa Hambre Cero para Centroamérica.

Estos resultados podrán ser utilizados no solo por los productores, sino también por instituciones gubernamentales, alcaldías, ONG, y entre otros interesados en conocer a una escala pequeña la situación del recurso suelo ante actividades agrícolas.

Académicamente, la presente investigación permitirá que otros estudiantes mejoren o repliquen el Modelo Racional de pérdidas de Suelo (USLE). Asimismo, esta investigación se rige bajo una de las líneas de investigación de la facultad de Humanidades y Ciencias Jurídicas, Recursos Naturales y Gestión Ambiental e interacción Social, y bajo el lineamiento del departamento de Geografía, Recursos Naturales, Dinámica y Aprovechamiento.



## **1.4 Objetivos de investigación**

### **1.4.1 General**

Evaluar el impacto de las actividades agrícolas en el recurso suelo en la Microcuenca Buena Vista.

### **1.4.2 Específicos**

1. Caracterizar las actividades económicas de la comarca Lomas del Gavilán ubicada en el área en estudio.
2. Estimar las pérdidas de suelos en la Microcuenca Buena Vista
3. Proponer acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo mediante un plan de capacitación en el área en estudio.

## 1.5 Hipótesis

La sobre explotación del suelo por actividades agrícolas ocasiona que este se degrade y provoque la erosión de este, causando así que el suelo pierda sus nutrientes y la productividad agrícola disminuya. Son diversos los factores entre ellos destaca, la falta de capacitación sobre buenas prácticas agrícolas que se deriva en el poco conocimiento que tiene los agricultores acerca de estos impactos en el suelo, es por ello que se ha planteado que:

Las actividades agrícolas y la falta de acciones de buenas prácticas para la conservación del suelo son responsables de la actual pérdida de suelo en la microcuenca Buena Vista.

## CAPÍTULO II

### 2.1 Antecedentes

Un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) encontró que la producción agrícola intensiva ha agotado los suelos, poniendo en peligro nuestra capacidad para mantener la producción en estas áreas en el futuro. Por lo tanto, las prácticas de producción agrícola sostenible se han convertido en un imperativo para revertir la tendencia a la degradación del suelo y garantizar la seguridad alimentaria actual y futura a nivel mundial.

López & Urrutia, (2010) encontraron que, en el municipio de Santa Lucia, Boaco, Nicaragua las raíces de estos cultivos ofrecen menor área de fijación del suelo en comparación al pasto. Por su parte, Herrera & Herrera, (2009) encontraron que, en el Municipio San José De Los Remates, Nicaragua, las mayores pérdidas de suelo se dieron en las parcelas de Bosque nativo con un valor promedio de 0.068 ton/ha y en las parcelas de Grama natural resultaron con pérdidas menores con 0.0264 ton/ha. Ambos autores aplicaron la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE).

Lumbi Aguinaga & Muñoz, (2017) realizaron una investigación “Efecto de las prácticas de agricultura conservacionista sobre la calidad de suelo y rendimientos productivos en el humedal Moyúa, Ciudad Darío, Matagalpa, Segundo semestre, 2016” donde Se logró valorar el efecto de las prácticas de agricultura conservacionista sobre la calidad de suelo y rendimientos productivos en el humedal Moyúa, partiendo de la existencia y estado actual de las prácticas agronómicas y culturales en las unidades de producción. Evidenciando que no realizan agricultura de conservación, lo cual no contribuye en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas ni la conservación de suelo, lo que se ve reflejado en los rendimientos al cerrar los ciclos productivos, por lo que se acepta la hipótesis general.

Gómez, (2015) realizó un informe “Efectividad de obras de conservación de suelos implementadas en la Finca La Milagrosa, municipio de Camoapa, Boaco 2014”, donde

concluyó que el uso de macro invertebrados son bioindicadores de la salud del suelo. Por su parte, Castrillo & Castro, (2009) realizaron un estudio “Potencial productivo de la finca San Martín, Samulalí – Matagalpa, Matagalpa” en el que encontraron que en la finca San Martín se producen cultivos como café, hortalizas, frutales y especies forestales, pero los índices productivos, en los últimos cinco años están por debajo de los rendimientos óptimos para cada cultivo, debido al aprovechamiento inadecuado del recurso suelo.

Matus & Ñamendy, (2007) realizaron un “Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de fresa, Jinotega, Nicaragua” en la que establecieron 10 acciones tales como: 1. Buenas prácticas agrícolas para el manejo del agua, 2. buenas prácticas agrícolas para el manejo de suelos, 3. Buenas prácticas agrícolas para la fertilización de cultivos, 4. Buenas prácticas agrícolas para la protección de cultivos, 5. Buenas prácticas agrícolas para la recolección y el manejo postcosecha, 6. Buenas prácticas agrícolas en los elementos de apoyo para las labores productivas, 7. Buenas prácticas agrícolas en la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores, 8. Buenas prácticas agrícolas para la trazabilidad y los registros.

En Nicaragua existe una agricultura con dos sectores claramente diferenciados: el dedicado a los cultivos tradicionales de agro exportación (café, azúcar, banano, tabaco) moderno y tecnificado, y el sector dedicado a productos de consumo interno, granos básicos principalmente, este menos tecnificado, desplazado desde años atrás por los productos de agro exportación a la frontera agrícola y con una baja productividad (Solá, 2007, p. 61).

Existen varios procedimientos propuestos para estimar las pérdidas de suelo relacionadas con actividades humanas (erosión acelerada), pero probablemente la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, USLE, (Universal Soil loss Equation), formulada inicialmente por Wischmier y Smith en 1962 y publicada posteriormente en su forma definitiva en el Manual 534 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Wischmier y Smith en 1978), ha tenido mayor aceptación y difusión todos los países (González, 1991).

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Actividades económicas y pérdidas de suelo**

Actividades Agrícolas es uno de los principales factores que determinan la respuesta del terreno frente a los episodios de lluvia. La vegetación intercepta las gotas de lluvia y protege los suelos frente a la acción erosiva del agua. Cuando la tierra se dedica a cultivo anuales, la protección del suelo por la vegetación es variable lo largo del año, dependerá de sí el cultivo es de regadío o de secano, y de la cobertura de la misma. La erosión producida por una lluvia de intensidad en un suelo con una cobertura del 40% del área no será la misma que la de una tormenta de intensidad caída en ese mismo lugar cuando la cobertura del suelo es sólo del 20% (Ibañez, Moreno, & Blanquer, 2011)

El deterioro de los suelos se produce frecuentemente después del uso intensivo/excesivo, lo cual da lugar a una pérdida de materia orgánica, descendiendo la fertilidad del suelo y degradándose igualmente su estructura (Moreira, 2001).

Las causas de la erosión del suelo se pueden englobar en el uso y manejo inapropiado de los agro ecosistemas que, en términos generales, comprende la explotación destructiva de los bosques, el sobrepastoreo y el uso agrícola de suelos con pendientes sin considerar prácticas de conservación de suelo y agua (Gonzalez R. , 2007).

La erosión es el conjunto de procesos en la superficie de la corteza terrestre que producen pérdida física del suelo cultivable en grado variable. Ocurre naturalmente cuando se manifiestan las fuerzas de la gravedad en zonas montañosas o cuando el suelo pueda expuesto a la acción del agua o del viento. No obstante, el hombre es el agente causal de mayor importancia en la erosión de suelos puesto que, a través de sus actividades, incide directamente en las coberturas vegetales, cambia la dinámica hídrica o modifica drásticamente las condiciones de manejo del recurso suelo, bien sea por prácticas agronómicas o construcción de infraestructura (Leon, 2004).

La agricultura es la actividad agraria que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras. Es el arte de cultivar la tierra, refiriéndose a los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y cultivos vegetales, normalmente con fines alimenticios,

o a los trabajos de explotación del suelo o de los recursos que este origina en forma natural o por la acción del hombre: cereales, frutas, hortalizas, pastos, forrajes y otros variados alimentos vegetales. Es una actividad de gran importancia estratégica base fundamental para el desarrollo autosuficiente y de las riquezas de las naciones (Lopez F. , 2001).

La degradación del suelo se define como la reducción de la capacidad productiva por la pérdida de sus propiedades físicas, químicas y biológicas consecuencia de un manejo inadecuado de su conservación (García Aragón, Sequeira Martínez, & Álvarez Amador, 2017). La degradación ocurre con la pérdida de la cobertura (capa arable o capa productiva) del suelo la que se origina por las siguientes causas: Cultivo en laderas, deforestación, agricultura migratoria, manejo inadecuado del suelo, quemas, sobrepastoreo, uso excesivo de labranza.

La función de la cobertura del suelo es protegerlo contra la erosión y servir de medio para almacenar materia orgánica, humedad, vida microbiana y animal. Recordemos que la materia orgánica favorece la infiltración y retención del agua. ( Pérez Palacios & Blandón Laguna, 2015).

Los procesos de degradación son los fenómenos causantes de los cambios que conllevan a la disminución de la calidad y productividad de los suelos; generalmente se inician con descensos en los niveles de materia orgánica y actividades biológica, con efectos desfavorables en la estructura del suelo (Cerna, 2005)

Pérdidas de suelos: La erosión vista como un fenómeno geológico natural es causada por acción del agua o del viento, y provoca la pérdida de las partículas de suelo. No obstante, ciertas actividades humanas pueden agravar o acelerar en gran medida la erosión (Alonso, 2010).

La erosión de los suelos es considerada un conflicto ambiental a escala mundial, aunque resulta difícil estimar con precisión su extensión, magnitud e intensidad, como también sus consecuencias económicas y ambientales. Algunas estimaciones realizadas durante la década de 1970 indicaban que en esos años ocurría en el mundo una pérdida irreversible de unos 6 millones de hectáreas de suelo fértil por año (Viglizzo & Jobbágy, 2010). Las

pérdidas de suelo se producen por escurrimiento en áreas específicas bajo determinados sistemas de manejo y cultivos (Wischmeier & Smith, 1978).

Cualquier cambio generado en la cobertura vegetal, podría disminuir o hacer desaparecer la capa protectora del suelo y exponerlo aún más al efecto erosivo de una precipitación (Roder, Villavicencio, & Zarazúa Villaseñor, 2006).

Se demuestra que la cubierta vegetal tanto en bosque nativo como de grama natural logra disipar la energía genética de la gota de lluvia protegiendo adecuadamente al suelo (Herrera Castro & Herrera López, 2009).

La erosión del suelo se manifiesta a través de una caída de la fertilidad, de los rendimientos, de la capacidad de infiltración, de la retención del agua y el suelo, también un aumento de la compactación, del escurrimiento superficial, la pérdida de sedimentos y del pH Viglizzo & Jobbágy, (2010). Las pérdidas de suelos consisten en la remoción de capas delgadas y más o menos uniformes de suelo sobre toda un área. Es la forma menos notable del flagelo y por lo mismo, la más peligrosa. A través de su acción comienza a tornarse de color más claro el suelo superficial por efecto de la remoción de humus y a reducirse la productividad de los terrenos en forma progresiva (Suarez, 1979).

Según Apaza, (2008) erosión laminar es la más extendida y la menos perceptible. El daño causado, a igualdad de pérdida del suelo es mayor, ya que selecciona las partículas del suelo (deja atrás las más gruesas, llevándose el limo, la arcilla y la materia orgánica).

La erosión por cascada se produce al pie de los árboles por flujo concentrado de agua que baja del tronco, especialmente si éstos tienen hojas que pueden concentrar el agua de lluvia como el banano y durante las lluvias de gran intensidad (Stocking & Murnaghan, 2003).

La erosión por surcos sucede después de una tormenta, el agua de lluvia se escurre. Si no se usan métodos de conservación de suelos (como barreras vivas y cobertura vegetal) el agua al escurrirse, se lleva parte del suelo. Esto de inicio a pequeños canales, al crecer, estos se transforman en surcos. Los surcos grandes suelen desarrollarse a los costados de senderos y caminos. Los pequeños, de menos de 25 cm de profundidad normalmente se pueden controlar construyendo fosas y camellones a nivel. Estas medidas, sin embargo, no son suficientes para controlar los surcos más grandes. A éstos es necesario bloquearlos para

detener la erosión, de lo contrario, continuarán profundizándose, así causando la pérdida de más y más suelos, que escurrirán con las aguas durante las lluvias fuertes ( Rivera Gutiérrez. & Sang Palacio., 2011).

La erosión en Cárcavas Cuando hay una mayor concentración en el escurrimiento, las irregularidades del terreno la unión de varios surcos y se forman zanjas de gran tamaño conocidas como cárcavas; generalmente ramificadas y que no permitan el uso de maquinarias, ni ningún cultivo (INETER, 2005; Rivera H, 2011). La presencia de cárcavas en un terreno indica un grado avanzado de degradación, la mayoría de las veces se inician luego de la pérdida superficial del suelo por efecto del impacto de las lluvias, destrucción de los agregados naturales del suelo (Castaño Vélez, Rivera Posada, Rodriguez Quinceno, Sinisterra, & Carvajal, 2011).

La ecuación Universal de Pérdidas de suelos (USLE) calcula las pérdidas anuales de suelo como valor promedio de un periodo representativo de años, que se producen en una parcela o superficie de terreno debido a la erosión superficial, laminar y ante condiciones determinadas por el clima, suelo, relieve, vegetación y usos de suelo. La hipótesis de partida de esta ecuación se centra en considerar a las precipitaciones como el principal agente activo de esta erosión superficial y así se establece que las pérdidas anuales son directamente proporcionales al factor de erosividad de las lluvias, relacionado con la energía cinética de cada aguacero y su intensidad máxima (FAO, 1993).

El factor R representa la capacidad de la lluvia para producir erosión. Se calcula en base a la energía cinética de la precipitación, que es en definitiva la energía capaz de desagregar el suelo en las partículas individuales que posteriormente serán transportadas por la salpicadura o por la escorrentía (Ibañez, Moreno, & Blanquer, 2011).

El Factor de erodabilidad del suelo (K) es una propiedad inherente del suelo refleja el hecho de que diferentes suelos se erosionan a diferentes tasas cuando los demás factores que afectan la erosión son los mismos Wischmeier & Smith, (1978). La erodabilidad del suelo es la susceptibilidad del suelo a erosionarse. Es una propiedad del suelo que puede ser evaluada cuantitativamente como la vulnerabilidad del suelo a la erosión en circunstancias dadas (Mendoza, 1996).



El factor topográfico (LS) indica que los valores más altos son zonas de mayor pendiente lo que significa que mayor será el recorrido de una gota de lluvia hasta llegar al punto donde se concentra el flujo junto al suelo desprendido. El perfil de la pendiente puede influenciar de manera directa en el mayor menor arrastre de partícula del suelo a lo largo de las pendientes (Ortez, 2019). El valor C representa la relación de pérdida de suelo de una condición específica de cultivos o cobertura con la pérdida de suelo Escobar, (2008). El factor prácticas de conservación (P) refleja la eficacia en el control de la erosión conseguida con la implantación de diferentes medidas conservacionistas. (Ibañez, Moreno, & Blanquer, 2011)

Inicialmente USLE fue formulada para calcular las pérdidas de suelo producidas por los diferentes cultivos, rotaciones y prácticas agrícolas, y la principal base experimental se realizó en parcelas agrícolas relativamente pequeña (22,1 m de longitud de declive), situadas al este del río Misisipi y posteriormente con el objetivo de ampliar las aplicaciones en otras partes del mundo los investigadores siguieron realizando pruebas en más áreas de EEUU (González, 1991).

### **2.2.2 Acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo en el área en estudio**

Las acciones de prácticas de usos de suelo se dividen en: Asocio y rotación de cultivos, Barreras Vivas, Barreras muertas, y conservación de rastrojos/no quema.

Según la Dirección General de Protección y Sanidad Agropecuaria MAGFOR-DGPSA, (2005). Las buenas prácticas de uso de suelo se definen como la aplicación de un conjunto de prácticas de sanidad, que tiene como finalidad reducir a niveles aceptables los riesgos físicos, químicos y microbiológicos en la explotación del cultivo, cosecha y transporte orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección al medio ambiente y al personal que labora en la explotación

En Nicaragua al igual que en América Central, han existido siempre prácticas conservacionistas nativas, como el uso de siembra al espeque en laderas, la asociación y rotación de cultivos, el manejo de animales menores. Gran parte de estas prácticas se han

usado y desarrollado de manera tradicional según las capacidades que posee el agricultor (Lopez K. , 2008).

El asocio y la rotación de cultivos son una de las tantas prácticas más generalizadas, principalmente a los requerimientos que el mercado demanda de un determinado producto. Sin embargo, se hace necesario que las estrategias de asocio y rotación de cultivos respondan a parámetros técnicos que se complementen con las condiciones del mercado, para lo cual es necesario implementar planes que contemplen factores como las condiciones de fertilización de suelo, las condiciones climáticas, la disminución de problemas fitosanitarios y el historial del terreno (Ñamendi, 2007).

Las barreras vivas son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas en curvas a nivel y a distanciamientos cortos. El objetivo principal de las barreras vivas, es el reducir la velocidad de escorrentía superficial y retener el suelo que en ella se transporta. las variedades que más se utilizan son; el pasto King grass, la valeriana (vetiver), piña, la caña de azúcar, la espada de san miguel, el zacate napier y el Taiwán, el zacate de limón, madreño y gandul (FHIA, 2011).

PASOLAC (1999) describe a las barreras muertas como muros de piedras para evitar el arrastre del suelo. Reduce la velocidad del agua por cortar la ladera en pendientes más cortas, sirviendo además de para captar sedimentos que van en el agua de escurrimiento. La barrera muerta resulta en la formación paulatina de terrazas. Esta tecnología es apropiada para todo tipo de suelo, suelos superficiales y suelos profundos, con buena y moderada infiltración.

El PASOLAC (1999) define esta práctica como la no quema de los residuos y su incorporación en el suelo antes de la siembra del siguiente cultivo. Tiene la finalidad de mantener y aumentar la materia orgánica y la vida biológica en el suelo. Se evita la pérdida de nutrientes y se mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua

### **2.3 Marco Legal**

En el cuadro 1 se observa un resumen de los artículos principales que sustentan este estudio. Ley General del Ambiente y Recursos Naturales, Ley N° 217, (1996):

Esta Ley rige de manera general todo lo concerniente a la protección al medio ambiente y los recursos naturales; estableciendo las normas para la protección, conservación, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, asegurando su uso racional y sostenible. Todo esto lo veremos plasmado en los artículos que a continuación exponemos:

**Cuadro 1: Marco Legal, Ley 217**

<b>ARTO.5.</b>	<p><b>CONTAMINACION:</b> La presencia y/o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos en general.</p> <p><b>ORDENAMIENTO:</b> Proceso de planificación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo en el territorio nacional, de acuerdo con sus características potenciales y de aptitud tomando en cuenta los recursos naturales y ambientales, las actividades económicas y sociales y la distribución de la población, en el marco de una política de conservación y uso sostenible de los sistemas ecológicos.</p>
<b>ARTO. 42.</b>	<p>Se exonera del pago de Impuestos sobre Bienes Inmuebles, a aquellas propiedades destinadas a programas de reforestación, conservación de suelos y conservación de biodiversidad. El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales reglamentara y dará certificación a los beneficiarios correspondientes.</p>
<b>ARTO.78.</b>	<p>Para autorizar el uso del agua, las instituciones con mandato deberán tomar en cuenta las siguientes disposiciones:1) Considerar la interrelación equilibrada con los demás recursos y el funcionamiento del ciclo hidrológico, con especial protección de los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y de las áreas de recarga de los acuíferos.</p>
<b>ARTO.82.</b>	<p>Las autorizaciones para el aprovechamiento de las aguas subterráneas podrán ser revisadas, modificadas o canceladas, cuando circunstancias hidrogeológicas de sobreexplotación o riesgo de estarlo así lo impusiesen. Asimismo, podrá establecerse periodos de veda para la utilización del agua del subsuelo</p>

<b>ARTO. 89.</b>	Es obligación del estado la protección del ambiente marino constituido por las aguas del mar territorial y de la zona económica adyacente, el subsuelo marino, y la plataforma continental, las playas y los recursos naturales que se encuentran en él y en el espacio aéreo correspondiente.
<b>ARTO. 90.</b>	Cualquier actividad en el mar que tenga por finalidad aprovechar los recursos naturales, del suelo, subsuelo o de cualquier otro hábitat marino, requerirá de concesión, licencia o permiso según el caso, de acuerdo a lo que se establezca en las leyes específicas
<b>ARTO. 95.</b>	Para el uso y manejo de los suelos y de los ecosistemas terrestres deberá tomarse en cuenta:
<b>ARTO.96</b>	En terrenos con pendientes superiores a 35%, los propietarios, tenedores o usuarios, deberán mantener la cobertura vegetal del suelo e introducir cultivos y tecnologías aptas para prevenir o corregir la degradación del mismo.
<b>ARTO.97.</b>	En aquellas áreas donde los suelos presenten altos niveles de degradación o amenaza de la misma, el Ministerio de Agricultura y Ganadería en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y con los Consejos Municipales y las Regiones Autónomas respectivas, podrán declarar áreas de conservación de suelos dentro de límites definidos, estableciendo normas de manejo que tiendan a detener su deterioro aseguren su recuperación y protección.
<b>ARTO.99.</b>	El manejo de las tierras forestales se regirá por la siguiente clasificación.2) Área de conservación forestal: Aquella que debe ser conservada permanentemente con cobertura forestal para protección y conservación de biodiversidad, suelos y/o aguas.
<b>ARTO.101.</b>	Para el uso, administración y manejo de las tierras forestales, se deben tomar en cuenta los siguientes principios:2) La interdependencia que existe entre el bosque y los suelos.4) La protección de los suelos, fuentes y corrientes de agua, de tal manera que mantengan su calidad y los caudales básicos.
<b>ARTO.102.</b>	Son recursos no renovables aquellos que no pueden ser objeto de reposición

	en su estado natural, como son los minerales, hidrocarburos y demás sustancias del suelo y subsuelo, cuya explotación tiene por finalidad la extracción y utilización de los mismos.
<b>ARTO.104.</b>	Para la exploración y aprovechamiento de los recursos no renovables, además de respetar las medidas respectivas de protección de los recursos minerales o del subsuelo en general, la autoridad competente deberá obligatoriamente
<b>ARTO.105.</b>	Se prohíbe a los concesionarios de exploraciones y explotaciones mineras e hidrocarburos, el vertimiento en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier otro curso o fuente de agua, de desechos tóxicos o no tóxicos sin su debido tratamiento, que perjudique la salud humana y al ambiente
<b>ARTO.113.</b>	Se prohíbe el vertimiento directo de sustancias o desechos contaminantes en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier otro curso de agua. El Ministerio de Salud en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, dictara las normas para la disposición, desecho o eliminación de las sustancias, materiales y productos o sus recipientes, que por su naturaleza toxica puedan contaminar el suelo, el subsuelo, los acuíferos o las aguas superficiales.

## **CAPÍTULO III**

### **2.4 Diseño Metodológico**

#### **2.4.1 Método**

Según el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación este estudio es de tipo deductiva. Ya que se considera como conflicto ambiental, la influencia de la actividad agrícola en el recurso suelo. El paradigma es positivista porque se utilizará y se analizarán datos cuantitativos donde será necesario el procesamiento de las variables en estudio para la interpretación de los resultados.

#### **2.4.2 Tipo de investigación**

De tipo descriptiva, ya que se pretende describir el uso de suelo y explicar los tipos de cultivos que existen en las 11 comarcas que están dentro de la microcuenca Buena Vista. También se llevará a cabo la medición, en el ámbito que vamos a estimar la pérdida de suelo en estas comarcas.

#### **2.4.3 Enfoque de la investigación**

##### **Cuantitativo**

El enfoque de la investigación es cuantitativo porque se utilizan fórmulas, ecuaciones y un modelo empírico (USLE) para la obtención de los resultados del objetivo general. Para el cumplimiento del segundo, tercer objetivo se consideró a la microcuenca como universo. Sin embargo, para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó una muestra por conveniencia, seleccionándose la Comarca Lomas del Gavilán y aplicando encuestas y entrevistas a 10 productores agrícolas.

## 2.4.4 Área de estudio y caracterización Físico Geográfica

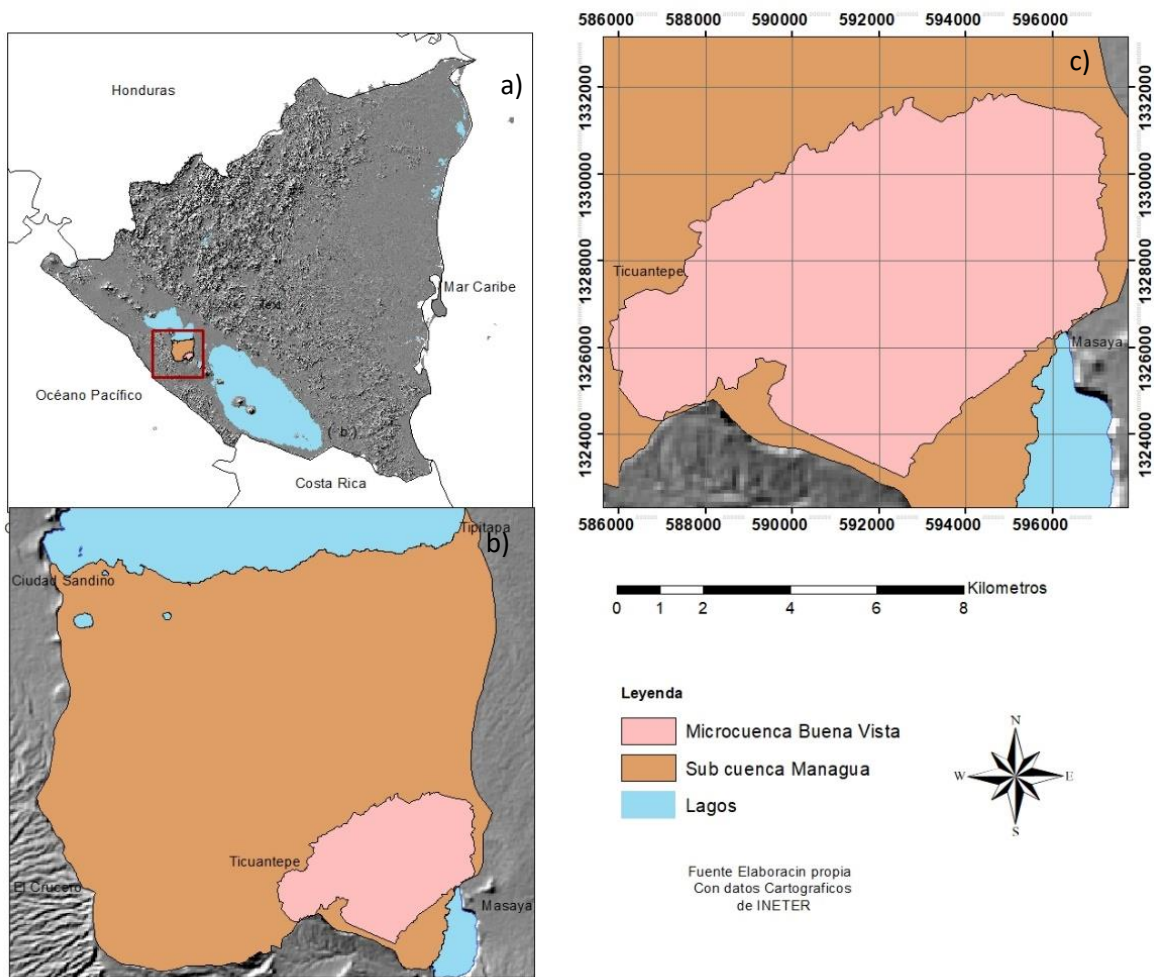


Figura 1: Área de Estudio y Caracterización Físico geográfica (a) Mapa de Nicaragua, (b) subcuenca de Managua y (c) microcuenca Buena Vista

La investigación se realizó en el área comprendida entre el departamento de Managua y el departamento de Masaya ( figura 1) con un área total de 62.12km localizándose en la región del Pacífico de Nicaragua, la microcuenca Buena Vista se ubica dentro de las coladas de lava del volcán Masaya en las coordenadas 12°00'08" Latitud Norte y 86°09'39" Longitud Oeste y en esta área se encuentran 11 comarcas que se dedican a las actividades agrícolas (Lomas del Gavilán, San Francisco, Campuzano, Denis Lario, Pablo Calero, La Borgoña (Ticuantepe) Las Perlas, Buena Vista, Los Altos, Dirita, Manuel Landez, y el Casco Urbano de Nindirí). A 200 metros, aproximadamente, fuera del área en estudio se encuentra la Laguna de Masaya.

El área total de la microcuenca Buena Vista tiene una evolución geológica dinámica todavía no estabilizada, se encuentra ubicado el volcán Masaya donde existen varios depósitos, en su mayoría piroclásticos, como ignimbritas, pómez, escorias y flujos de lodo, acompañados por depósitos coluviales y suelos fósiles que forman siempre terrenos muy inestables (Aragon, y otros, 2009). Geológicamente está constituida por la cadena de calderas, conos y cráteres volcánicos del complejo volcánico Masaya en la cual se encuentran los cráteres Santiago, Masaya y San Pedro, así como otros conos de mayor elevación topográfica (Bolaños, 2015).

Las elevaciones van de 140, pasando por los 200, 250 hasta llegar a la máxima de 630 m.s.n.m. que corresponde al volcán Masaya, las pendientes oscilan de 15 a 30% en la falda de los volcanes. De 30 - 60% en el cuello de los mismos y hasta 80% en las paredes noroeste. Las reincidentes actividades volcánicas han ido cambiando continuamente la configuración topográfica hasta su estado actual (Davila, 2011).

En el área de estudio los tipos de suelos son Entisoles, siendo estos suelos de formación reciente que tienen poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes genéticos, la mayoría no poseen el horizonte superficial con algún nivel de desarrollo (Artola, 1998), pero cuando se encuentra tiene colores claros u oscuros, la profundidad varía de profundos a muy superficiales, relieve de plano a muy escarpado. La mayor extensión de la microcuenca está ocupada por suelo Molisol que se caracterizan por ser suelos de poco profundos a muy profundos, fertilidad de baja a alta; desarrollados de depósitos aluviales y lacustres sedimentados de origen volcánico (Navarro, 2012).



### 2.4.5 Actividades económicas de la comarca Lomas del Gavilán ubicada en el área en estudio

En la Figura 2 se muestra la metodología empleada para el objetivo “Caracterizar las actividades económicas”

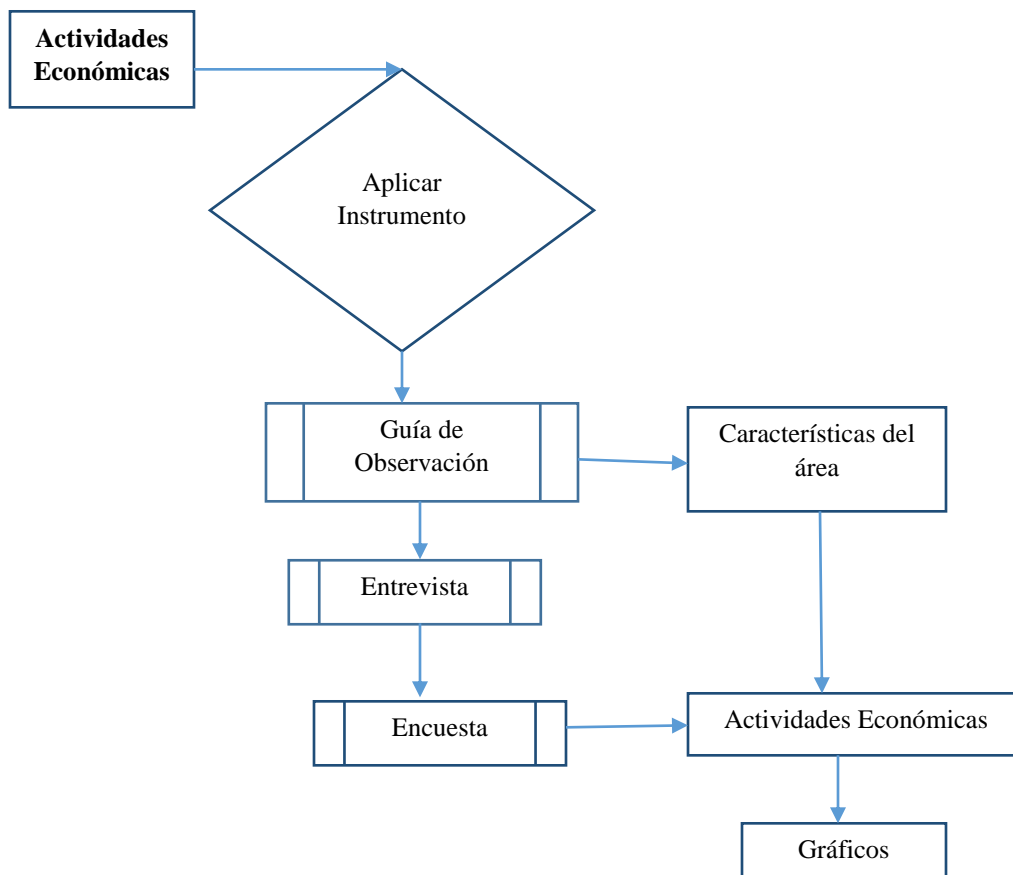
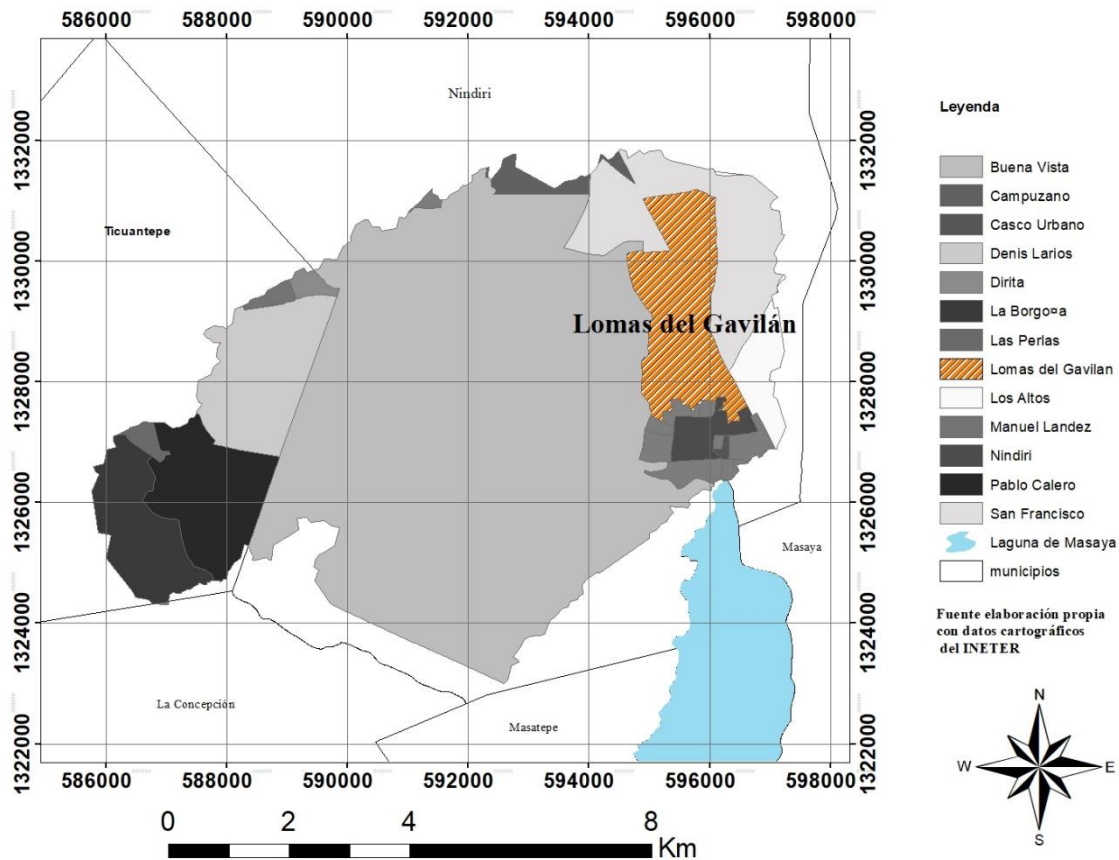


Figura 2: Diagrama que muestra la metodología usada para el objetivo "Caracterización de las actividades económicas"

Para explicar las principales actividades agrícolas, consistió en la caracterización económica productiva del área, con la aplicación de encuestas (ver anexo 1) se validó dicho objetivo con la información obtenida con la opinión propia de los productores, sobre las diferentes actividades económicas mediante gráficos.

Para complementar la información obtenida por medio de las encuestas, se aplicó una entrevista a cinco representantes de las instituciones y líderes comunitarios presentes en el territorio, para conocer su opinión sobre las actividades agrícolas, técnicas de agricultura.

La comarca Lomas del Gavilán tiene una extensión de 4.6 km<sup>2</sup> ver (figura 3)  
(AMUSCLAM, 2011-2012)



**Figura 3: Ubicación de las Comarcas**

#### 2.4.6 Estimación de pérdida de suelo

En la figura 4 se muestra la metodología empleada para el objetivo “Estimación de pérdida de suelo”. Mediante la Ecuación Universal de Pérdida de suelo USLE, se llevó a cabo la elaboración de un mapa de erosión de suelo, con la finalidad de estimar la pérdida de suelo en la microcuenca Buena Vista determinando los factores de USLE, la cual está compuesta por un total de 6 factores.

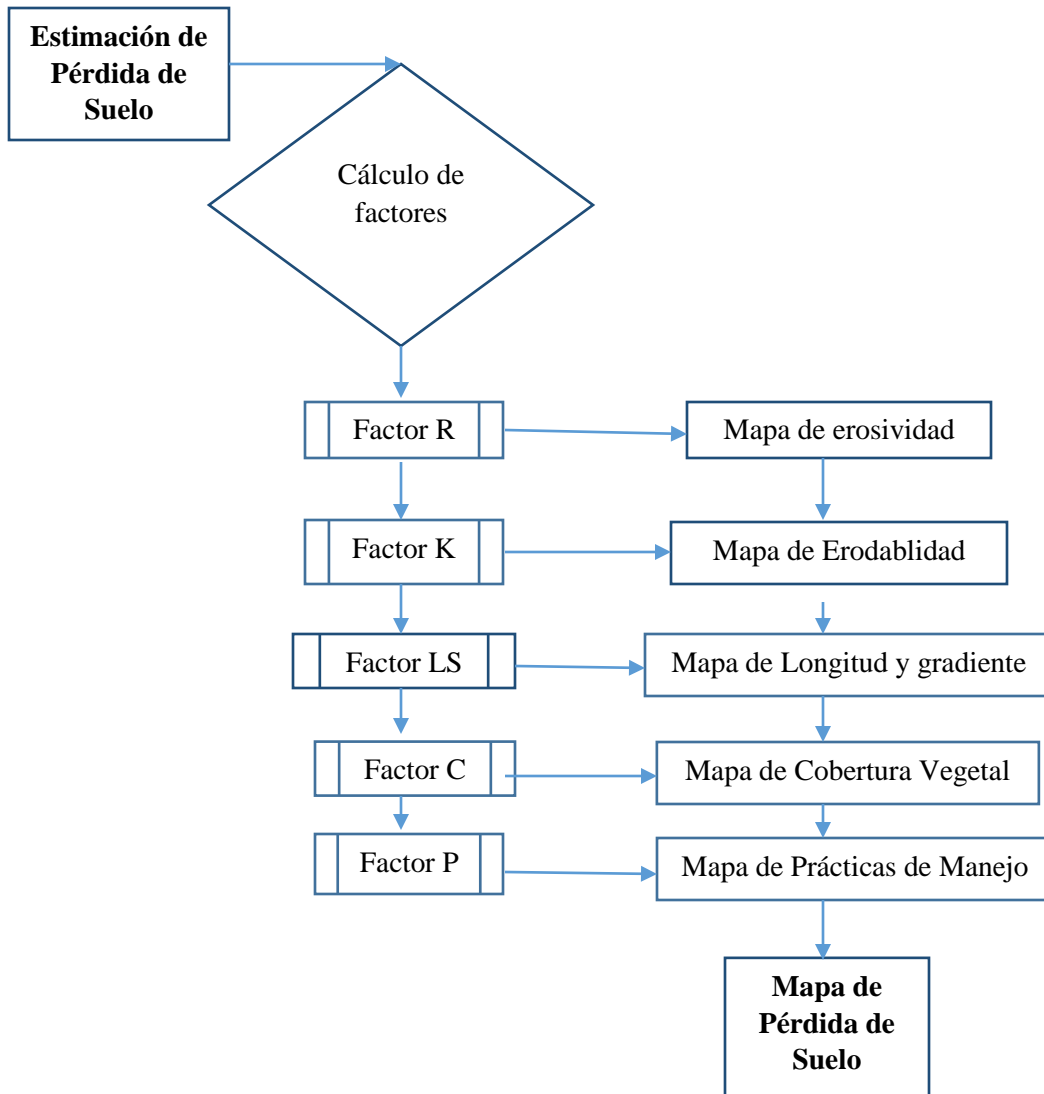


Figura 4: Diagrama que muestra la metodología empleada para estimar las pérdidas de suelo mediante la metodología de USLE.

Se utilizaron datos del suelo, facilitados por el INETER, que fueron utilizados para crear los diferentes mapas (Factor R, Factor K, Factor LS, Factor C y Factor P), validando así cada factor de USLE, obteniendo el mapa de Pérdida de Suelo.

Factor de erosividad de la lluvia (R): Se utilizó la ecuación del índice modificador de Fournier, debido a que existen limitaciones de datos climáticos en la zona de estudio:

$$IMF = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P_i}$$

Donde:

Pi: precipitación de cada mes (mm)

Pt: precipitación media anual (mm).

Se calculó el factor R (Figura 5), utilizando la información de las estaciones pluviométricas de “Masaya L. Oxidación, Volcán Masaya, La Concepción, Ticuantepe, Santa Rita y SAIMSA” (Cuadro 2). Se observa que el factor R, oscila entre 498.90 – 1022.03  $Mj*mm/ha*h*año$  para toda la microcuenca, obteniéndose los valores más altos en las zonas de mayor altura y mayor precipitación.

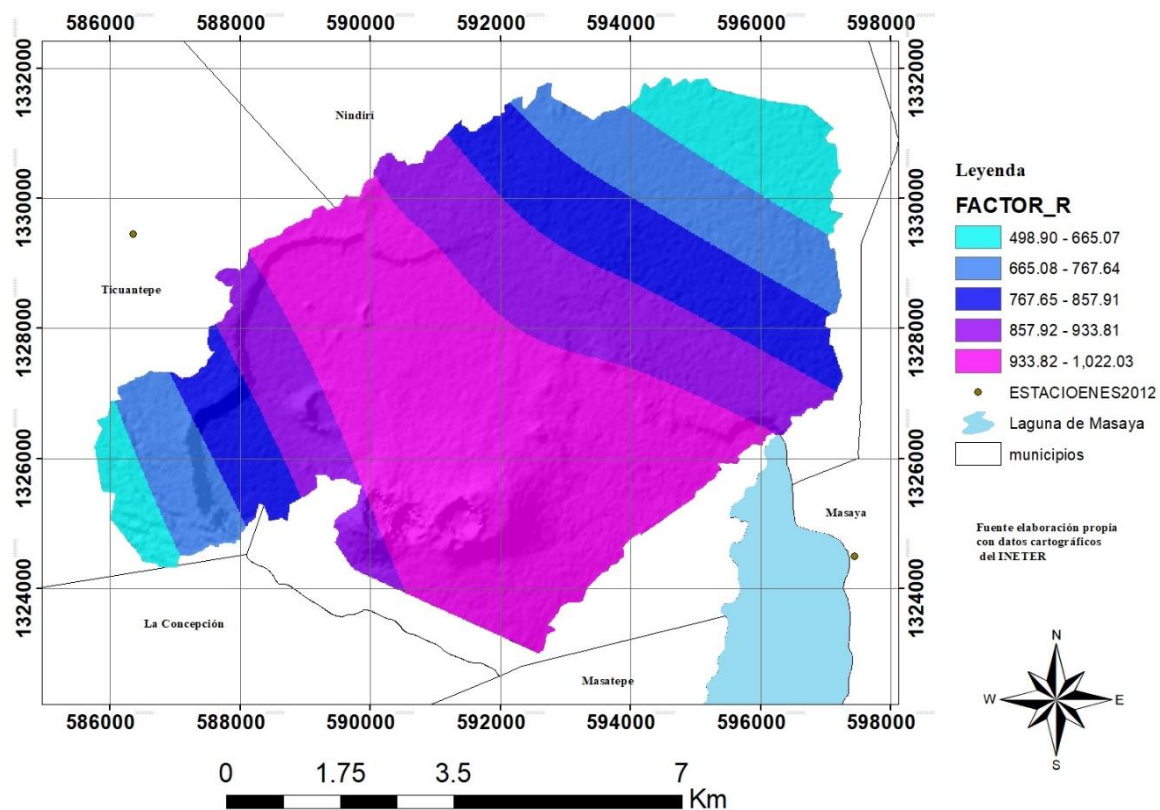


Figura 5: Factor de Erosividad (R)

**Cuadro 2: Estaciones Pluviométricas, cercanas al área en estudio, datos de**

X	Y	Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
597439	1324500	MASAYA (L. OXIDACION)	5	1	2	7	375	213	130	60	178	128	51	1
592684	1326850	Volcán Masaya	5	3	0.4	2	516	221	121	64	236	124	63	3
587412	1319615	La Concepción	5	2	1	5	191	74	45	54	212	80	20	2
586356	1329442	Ticuantepe	7	4	0.1	1	646	173	116	61	221	138	41.	4
597652	1333470	SAIMSA	2	4	1	1	88	73	116	4	216	4	5	3
583727	1328697	Santa Rita	2	1	0.5	1	3.4	222	70	40	66	6	7.7	5

**precipitación.**

Fuente: INETER (2012)

Se determinó erodabilidad del suelo (factor K) utilizando la Ecuación 2 (Piscitelli, Varni, Sfeir, & Ares, 2010) y los datos de los 7 parámetros: arena, limo, arcilla, materia orgánica, permeabilidad, estructura y textura del suelo para cada serie de suelo ubicada en la microcuenca Buena Vista. La serie de suelos encontradas corresponden a: Nindiri (ND2C III), Nindiri (NDb II), Nindiri (ND2b II), Nindiri (NDC III), Nindiri (NDd IV), Nindiri (Nda II), Tierras Escapadas (Pfu VII), San Ignacio (SIC III), Zambrano (Zmd2 IV), Masaya (MYa2 II) (Ver anexo 2). Los parámetros fueron facilitados por INETER.

Ecuación 2 Erodabilidad del suelo por parámetro físico

$$((100 \cdot K = [10^{-4} \cdot 2,71 \cdot M^{1,14} (12 - a)] + 4,2 \cdot (b - 2) + 3,2 \cdot (c - 3]))$$

donde,

M = Factor representativo de la textura (100-%arcilla) x (%limo + arena muy fina)

a = % de materia orgánica

b = nº correspondiente a la estructura (mirar nomograma)

c = clase de permeabilidad del perfil (mirar nomograma)

En la Figura 6 se muestra los valores de erodabilidad de la microcuenca Buena Vista oscilan de -0.01745025 ton/ha/año a 0.097355974 ton/ha/año. Los valores más bajos de erodabilidad corresponden a las tierras escarpadas. Las características geológicas, como es

lava volcánica, probablemente genera valores negativos. Los valores más altos corresponden algunas series Nindirí y la serie Masaya (0.097356 ton/ha/año) estos resultados indican que por ser suelos con una permeabilidad rápida y una capacidad de humedad disponible moderadamente alta son más susceptible a la erosión (Acuña, Aguirre, Zelaya, & Orozco, 2008).

Según la clasificación de los grados de erodabilidad de la USDA, 1992 (Cuadro 3) y los resultados obtenidos del cálculo del factor K, en el área de estudio los valores de erodabilidad varían. Los valores correspondientes a -0.01745025 ton/ha/año coinciden con las coladas de lavas del volcán Masaya. Estos valores permiten reconocer la vulnerabilidad que presenta el suelo al ser adherido del impacto de las gotas de lluvia, esto debido a que la arcilla juega un papel importante en las características de partículas de suelo, al ser arrastradas por el escurrimiento superficial de su origen al depósito establecido correspondiente (Herrera Castro & Herrera López, 2009).

Cuadro 3: Clasificación de los grados de erodabilidad según USDA (1962)

Valor de K (T ha.H/Mj MM ha)	Clasificación
0.007902	Muy poco erodable
0.0079 – 0.0171	Débilmente erodable
0.0171 – 0.0329	Medianamente erodable
0.0322 – 0.0684	Fuertemente erodable
0.0684 – 0.10027	Extremadamente erodable

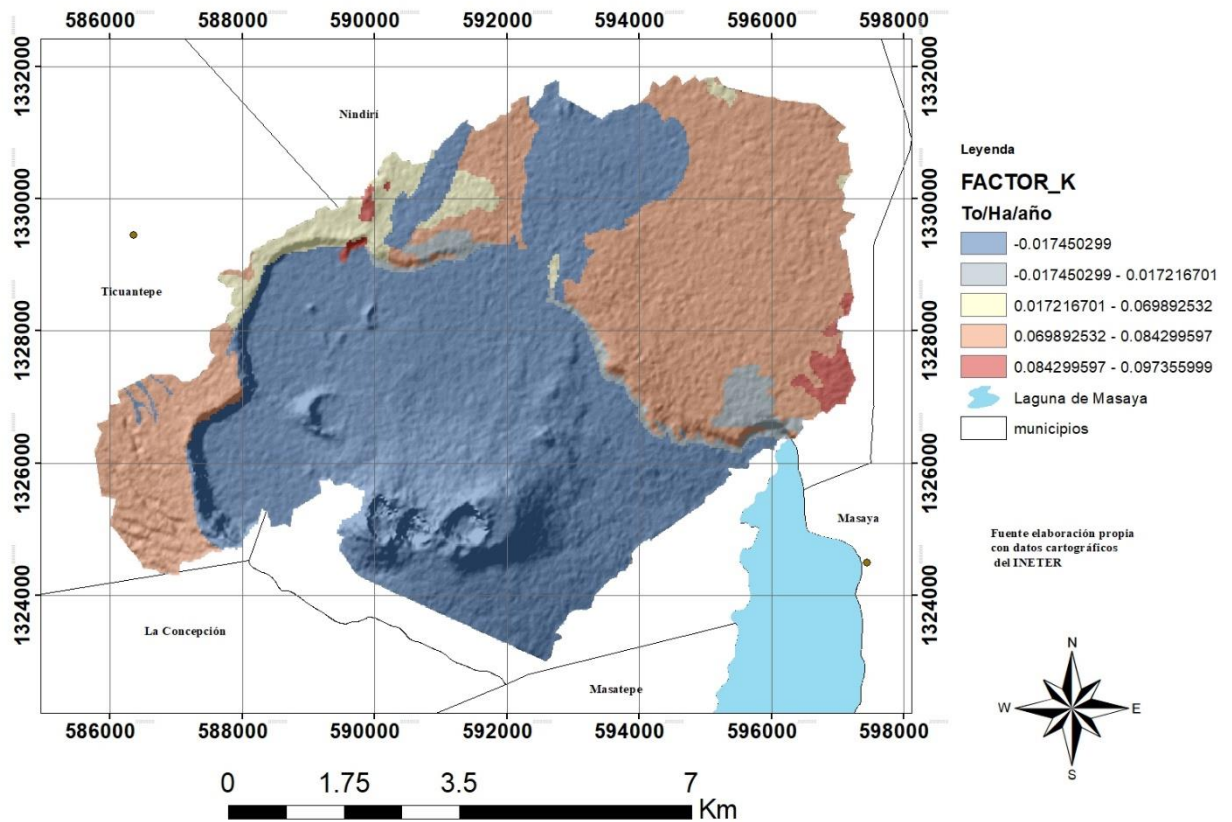


Figura 6: Factor de erodabilidad (K)

### Factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS)

### Factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS)

Se determinó el factor LS (Ecuación 3) a partir del Modelo de Elevación Digital de la microcuenca se obtuvo la inclinación de la pendiente y la acumulación del flujo para la obtención del ráster del factor LS (Abdulkareem, Pradhan, Sulajiman W, & Jamil, 2019).

$$LS = \left( \frac{A_s}{22.13} \right)^{0.4} \left( \frac{\sin \beta}{0.0896} \right)^{1.3}$$

### Ecuación 3 Cálculo del factor LS

Donde:

Flowacc = número de celdas que contribuyen al flujo en una celda dada  
Cell size = longitud del tamaño de un lado de las celdas  
Sinslope = grado de la pendiente en radianes.

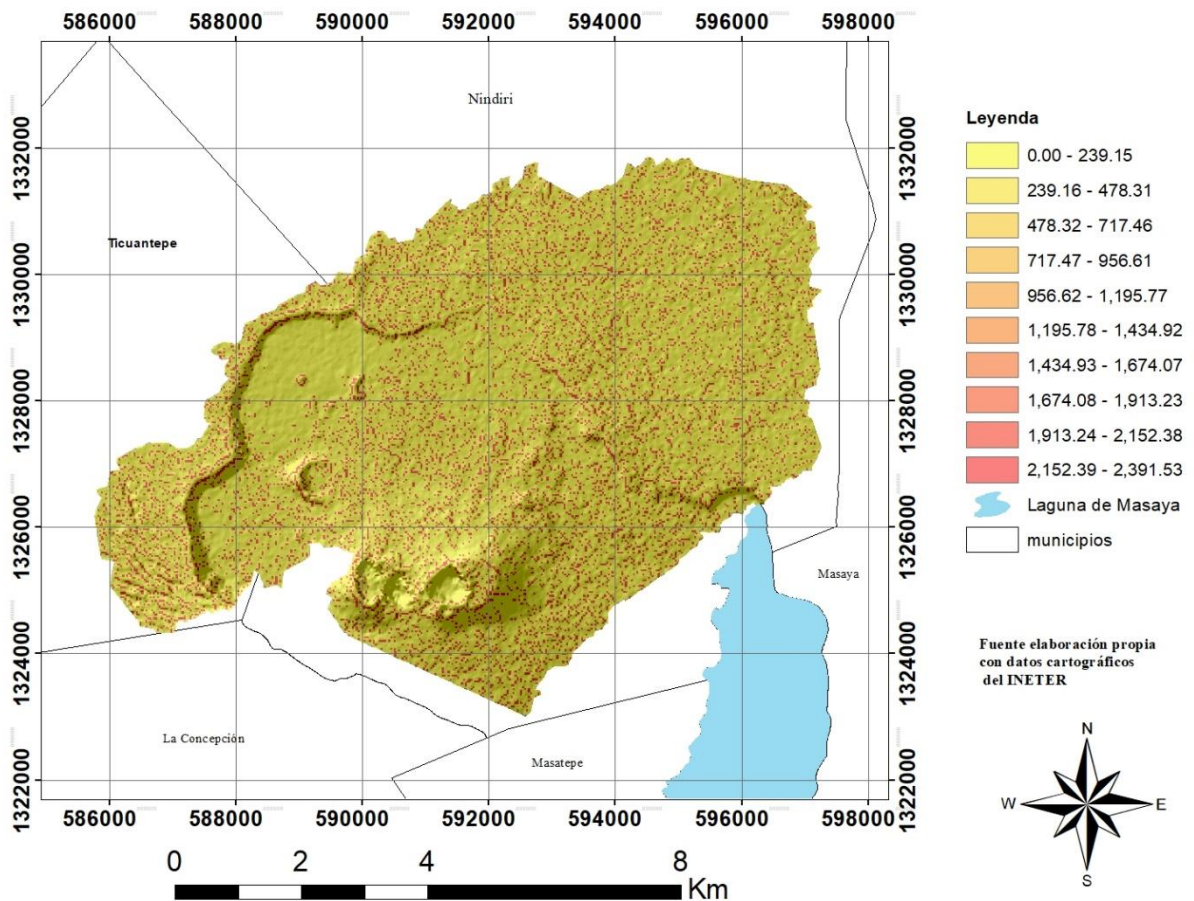


Figura 7: Factor de Longitud y gradiente (LS)

En el Cuadro 4 se observa los resultados de longitud e inclinación de la pendiente en el modelo USLE, que tienden decrecer en una relación, a mayor pendiente e inclinación mayor pérdida de suelo, puesto que al caer la lluvia tendrán menor tiempo para la infiltración (Lopez Lira & Lopez Urrutia , 2010).



<b>Serie de Suelo</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Valor m</b>	<b>Factor L</b>	<b>Factor S</b>	<b>Factor LS</b>
Masaya (MYa2 II).	0 a 1.5%	0.75	146.72	16.3	239.15
Nindiri (Nda II)	0 a 1.5%	0.75	146.72	16.3	478.31
Nindiri (NDC III)	0 a 1.5%	0.75	146.72	16.3	717.46
Nindiri (Nda II)	1.5 a 4%	0.75	146.72	16.3	956.61
Nindiri (ND2b II),	1.5 a 4%	0.75	146.72	16.3	1195.77
Nindiri (ND2C III),	4 a 8%	0.75	146.72	16.3	1434.92
Nindiri (NDb II)	4 a 8 %	0.75	146.72	16.3	1674.07
Zambrano (Zmd2 IV)	8 a 15%	0.75	146.72	16.3	1913.23
San Ignacio (SIC III),	8 a 15 %	0.75	146.72	16.3	2152.38
Tierras Escarpadas (Pfu VII),	30 a 75%	0.75	146.72	16.3	2391.53

Cuadro 4: Calculo del Factor LS

El Factor de Cobertura Vegetal (C) se obtuvo mediante los mapas de coberturas de la tierra facilitado por INETER, seguidamente se relacionó los valores Cuadro 5 propuesto por Rosse, (1977). De acuerdo al uso de la tierra se encontraron valores de cobertura vegetal de 0.02 para pastizales, bosques latifoliados y vegetación arbustiva, 0.05 para cultivos anuales y suelo sin vegetación y 1 para tacotales (Figura 8, Cuadro 5).

Factor Prácticas de conservación de suelo (P) En la microcuenca Buena Vista, no se encontró ninguna de las practicas propuestas por Wischmeier para obtener el valor del factor de prácticas de control de erosión (P) por tal razón se asume que el valor de dicho factor equivalente a 1 para toda el área en estudio.

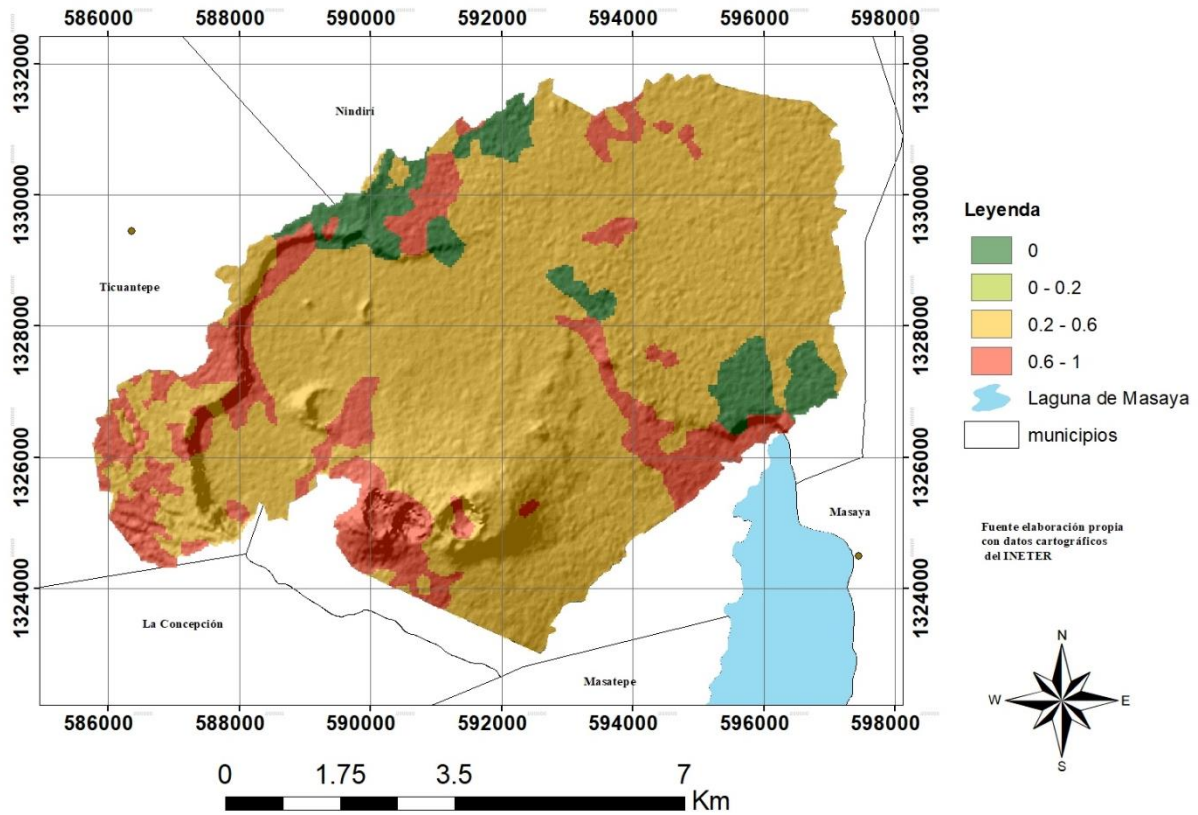


Figura 8: Factor de cobertura Vegetal (C)

Cuadro 5: Valor de cobertura vegetal C tomada de Rosee, 1977

Cultivos	Factor C
Pastizales	0.02
Bosque Latifoliado	0.02
Vegetación Arbustiva	0.02
Cultivos Anuales	0.05
Suelo Sin Vegetación	0.05
Tacotales	1

Factor Prácticas de conservación de suelo (P) En la microcuenca Buena Vista, no se encontró ninguna de las practicas propuestas por Wischmeier para obtener el valor del factor de prácticas de control de erosión (P) por tal razón se asume que el valor de dicho factor equivalente a 1 para toda el área en estudio.

#### **2.4.6 Acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo en el área en estudio.**

Para proponer buenas prácticas de uso de suelo, se realizaron estudios documentales similares al área en estudio con la finalidad de saber cuáles podrían ser estas acciones y cuales se podían adaptar al área, y que los productores de las 11 comarcas de la microcuenca Buena Vista puedan ponerlas en prácticas en sus parcelas para poder disminuir la pérdida de suelo y su rendimiento productivo sea mayor, obteniéndose acciones de buenas prácticas que se han implementado en estudios tanto a nivel local, como regional para la conservación de los suelos, acciones que se proponen se clasifican en medidas sociales y económicas , (MAGFOR-DGPSA, 2005, Gutiérrez, 2015, INATEC, 2007, Ñamendi, 2007).

### **2.5 Técnicas de recolección de datos**

#### **2.5.1 Observación**

Se aplicó la técnica de la observación para analizar los elementos del espacio geográfico en las fincas agrícolas del área que se tomó como referencia, Comarca Lomas del Gavilán, y poder interpretar el fenómeno de impactos de la agricultura, perdida de suelo, los tipos de cultivos. Estableciendo así el primer contacto con el fenómeno que se va a estudiar e ir registrando los datos observados en esta área en estudio y establecer conclusiones.

#### **2.5.2 Entrevista**

Se realizaron entrevistas a los productores agrícolas, representantes de instituciones del estado, ONG en la comarca Lomas del Gavilán para determinar y conocer la opinión de los agricultores, representantes de instituciones sobre el uso de la actividad agrícola en el

recurso suelo, forma de recolección de las cosechas, ya sea manual o mecánica, cultivos más demandados, inicios de la agricultura, y así obtener información de la investigación en estudio.

### **2.5.3 Encuesta**

Se aplicaron 10 encuesta a nivel de los productores agrícolas del área que se tomó como referencia para consolidar cada una de las variables abordadas en nuestros objetivos. Obteniendo gráficos (diagramas de pastel y de barras) que se pueda analizar de manera rápida y eficaz. Información como tipos de cultivos, implementación de estrategias en sus parcelas, técnicas agrícolas.

### **2.5.4 Instrumentos**

Se utilizaron guía de observación, Encuesta, Entrevista, Cuestionario, Cámara fotográfica, GPS (Sistema De Posicionamiento Global).

### **2.5.5 Plan de tabulación de datos**

Para la tabulación de datos se utilizaron los programas de Excel y los Sistemas de Información Geográfica.

## CAPÍTULO IV

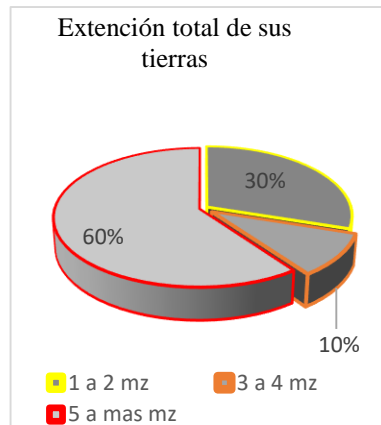
### 4.1 Análisis y discusión de resultados

#### 4.1.1 Actividades económicas de la comarca Lomas del Gavilán ubicada en el área en estudio (Estudio de caso)

La población de la Comarca Lomas del Gavilán es de 1,266 habitantes, distribuidos en 548 viviendas donde 290 son particulares <sup>1</sup>y 258 están ocupadas<sup>2</sup>. Construidas con de adobe o taquezal, madera y concreto habiendo en cada hogar de 1 a 3 familias (INIDE, 2008).

Las actividades económicas que más predominan en la comarca son las primarias: agricultura y ganadería, por tal razón los habitantes de la zona se dedican a esta labor, aprovechando los suelos fértiles de origen volcánico, se siembran granos básicos como maíz, frijoles, yuca otros, en el sector industrial la única empresa existente es una zona franca “Centroamérica” de desarrollo dedicada a la elaboración de mueble, y la industria avícola “La trinidad”.

El 30% de los productores cuenta con una extensión de 1 a 2 manzanas de tierras para sus



cultivos, por lo que estos agricultores nos comentaban que un 80% de sus tierras estaban dedicadas a la agricultura por lo que a provechaban su potencial al máximo, el 10% tiene tierras de 3 a 4 manzanas de extensión, y el 60% tienen tierras de 5 a más pero no todas estaban dedicadas a la agricultura, por lo que tenían suelos en descansos y matorrales (Figura 9).

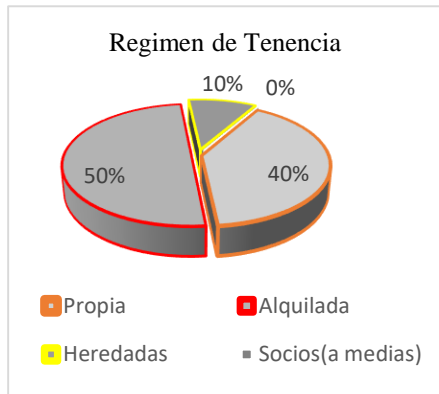
Figura 9: Extensión de sus tierras

<sup>1</sup> Vivienda particular: Es todo local formado por un cuarto o conjunto de cuartos destinados al alojamiento de uno o más hogares, tales como: casa, quinta, apartamento, cuarto en cuartería, rancho o choza, vivienda improvisada y local usado como vivienda.

<sup>2</sup>

Vivienda ocupada: Se considera vivienda ocupada cuando hay residentes habituales en ella.

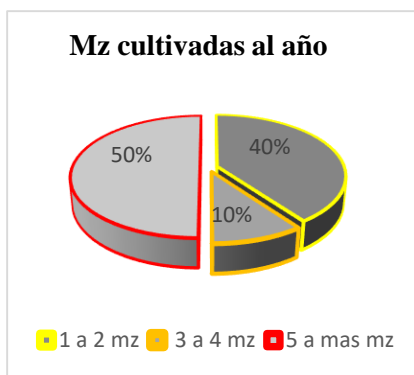
En la Figura 10 se obtuvo que el 50% de la superficie es explotada bajo el régimen de alquiler, que tienen varios años de alquilar esas tierras, estos agricultores el 90% no viven en la comarca por lo que solo alquilan esas tierras, el 40% de los encuestados nos dijo que



sus tierras de cultivos son propias de la cuales también ellos alquilaban (pocas) a otros productores que de igual forma la mayor parte son dueños propios, pero estos no residen en la comarca, el 10% de la población encuestada tienen su régimen de tenencia como forma de herencia por sus ancestros, por lo que hacen prácticas agrícolas para el mejoramiento de sus cultivos. Ninguno de los productores encuestados tiene sus cultivos a medias.

Figura 10: Régimen de Tenencia.

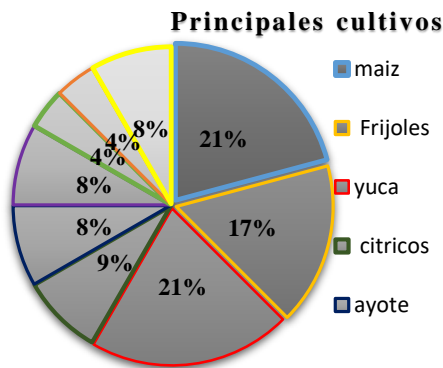
El 50% representa la mayor cantidad de manzanas cultivadas en la comarca, dentro de este rango se encuentran los productores que cultivan maíz y frijoles posicionándose estos dos cultivos como los principales en la comarca, el 40% de los agricultores de la comarca solo tienen acceso a cultivar de 1 a 2 manzanas de tierras, cultivando como principales en sus parcelas ayotes, pipián, cítricos, donde el 10% cultivan de 3 a 4 manzanas, siendo estos el



cultivo de caña de azúcar, los pastos y las hortalizas es decir que, la mayor parte de áreas cultivadas están concentradas en manos de pocos agricultores, pero de igual forma la mayoría de las personas que habitan en la comarca se dedican a esta actividad agrícola, donde a su vez son fuentes generadoras de empleos a muchas personas de las zonas aledañas a la comarca Lomas del Gavilán (Figura 11).

Figura 11: Manzanas de tierra cultivadas al año

Según la Figura 12 entre los principales cultivos que se encuentran en la comarca destacan,

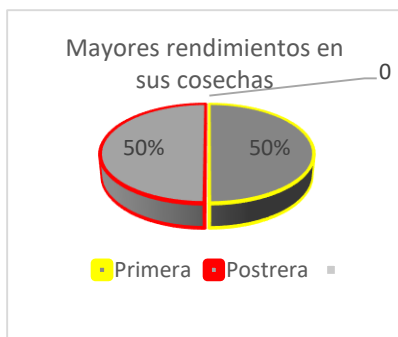


el 21% el maíz, siendo uno de los principales cultivos que más se siembra, el 17% lo ocupa la siembra de frijoles, otro de los principales cultivos con mayor demanda, el 21% yuca, el 9% corresponde a cítricos, otro 8% siembra ayote, el 8% corresponde a pipián, el 4% corresponde a la caña de azúcar, el 4% es solo para pasto del ganado que se cultiva y para comercialización, sin embargo el 8% lo representan las hortalizas

Figura 12: Principales Cultivos.

El 30% (Figura 14) de los productores de dicha comarca tienen cultivos en asocio como el maíz con la yuca, el maíz con frijoles, con la finalidad de tener un mayor aprovechamiento de los suelos por la fertilidad que estos poseen, por ser suelos de origen volcánicos.

En la Figura 13 Del 100% de los encuestados, el 50% dijeron que ellos tenían los mayores rendimientos de sus cosechas en la época de primera, que corresponde del 15 de mayo a 5 de junio que era donde llovía bastante por lo que aprovechaban la época para la siembra, de igual manera el 50% de los encuestado dijo que en la época de postrera (del 01 de septiembre al 10 de octubre) tenían buenos rendimientos en las cosechas, en lo que respecta a la cosecha de maíz y frijoles en ambas épocas sacaban de 20 a 40 quintales por manzanas



los productores se dedican a cultivar los rubros más importantes como son los granos básicos, ya que estos generan más ingresos y tienen más demanda en el mercado municipal, mientras que el resto de agricultores se dedica a la producción de otros rubros como hortalizas, cítricos, entre otros, todo para tener mayor aprovechamiento de la fertilidad de los suelos.

Figura 13: Mayores Rendimientos en sus cosechas

Cuadro 6: Rendimientos de los cultivos por manzanas

Cultivos agrícolas	Áreas establecida de cultivos durante el año (Mz)			Rendimiento (pp)
	<i>Primera</i>	<i>Postrera</i>	<i>Riego</i>	<i>Quintales</i>
<b>Maíz</b>	De 15 a 20 mz	De 15 a 20 mz		40 pp por manzana
<b>Frijoles</b>	De 10 a 15 mz	De 10 a 15 mz		De 20 a 30 pp por mz
<b>Ayote</b>	SD	De 2 a 8 mz		De 15 a 20 canastos pos mz
<b>Pipián</b>	SD	De 2 a 6 mz		De 15 a 25 canastos por mz
<b>Yuca</b>	1 a 5 mz			80 sacos por mz
<b>Cítricos</b>	SD	1 a 2 mz		Limones y naranjas de 80 a 100 sacos por mz
<b>hortalizas</b>		De 8 a 15 mz		

En este cuadro (cuadro 6) se muestra el rendimiento aproximado de los cultivos por manzanas de los productores agrícolas de la comarca Lomas del Gavilán, *por quintales, canastos y sacos*. Donde esta comarca está dedicada a la producción agrícolas y los mayores rendimientos se dan en la época de postrera en las cosechas de maíz y frijoles, los rendimientos oscilan entre los 20 y 40 qq por manzanas, seguido por los cítricos, los productores tienen rendimientos de 80 a 100 sacos ya sea de limones o naranjas en la misma época, dentro de los rendimientos más bajos en los últimos años están las producciones de pipianes, yuca, ayotes. (Ver cuadro 6)

En la figura 14 se muestra que el 70% de los agricultores que eran parte de la muestra seleccionada dijo que no realizaban rotación de cultivo ellos solo siembran un determinado

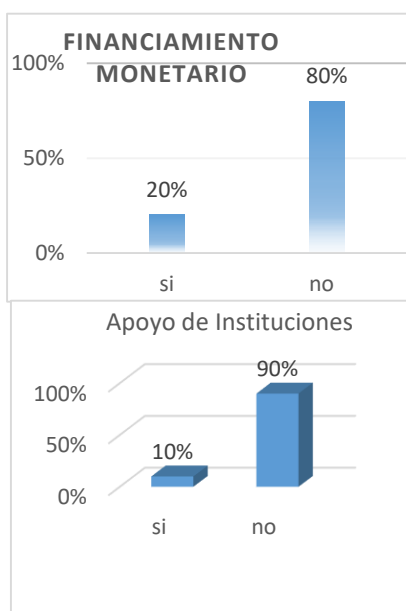


cultivo en sus parcelas, pero lo tienen en asocio con otros cultivos, sin embargo, un 30% de los encuestados dijo que si realizaba rotación de cultivos cada año. Con la intención de no favorecer el desarrollo de enfermedades que afecten a una determinada clase de cultivos y de evitar que el suelo se agote.

Figura 14: Rotación de cultivo y en asocio



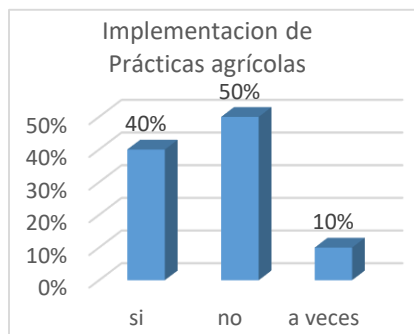
El 30% de los productores de dicha comarca tienen cultivos en asocio como él (maíz con la yuca, el maíz con frijoles), con la finalidad de tener un mayor aprovechamiento del suelo, se realiza rotación de cultivo con el objetivo de mantener un balance nutricional del suelo y la persistencia de plagas en los cultivos los productores se han dedicado a producir diferentes cultivos y mejorar cada vez algunas de las técnicas implementada, como las cortinas rompe vientos y la técnica del terraseo y así tener mayor rendimiento de sus cosechas. Según los resultados obtenidos, el 70% de los productores de la comarca no hacen rotación de cultivo, implica que el nivel de pérdida de suelo sea mayor y este pierda nutrientes y se vuelva infértil.



De acuerdo a los productores encuestados el 80% dijeron no tener financiamiento por parte de ningún banco o institución de igual forma un 90% dijo no tener apoyo por ninguna institución por lo que los gastos para sus cosechas eran propios, el 20% asegura tener financiamiento monetario, así como el 10% tiene apoyos del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) como capacitaciones técnicas para sus cultivos, y así poder evitar las malas prácticas agrícolas en sus terrenos.

Figura 15. Financiamiento y apoyo

Al implementar malas prácticas agrícolas trae grandes desventajas tanto para la comarca Lomas del Gavilán como para los productores en sus cultivos. Un 50% de los productores da mal uso y manejo a sus cultivos porque no implementan prácticas agrícolas por lo que están más expuestos a grandes problemas de erosión en el suelo y obtener perdidas en los cultivos, el 10% algunas veces han implementado prácticas agrícolas, lo cual les ha generado pérdidas en algunos cultivos al no dar un buen manejo a sus parcelas, el 40% sí implementa prácticas agrícolas como la reforestación y los terraseos para evitar la pérdida



de suelo y poder buenos rendimientos en las cosechas, de estos un productor tiene apoyo técnico por parte del INTA, (ver figura 16) y el otro restante dice implementar prácticas agrícolas por la experiencia propia que han tenido de sus ancestros de los cuales han tenido muy buenos resultados.

Figura 16: Implementación de prácticas agrícolas,

#### 4.2 Evaluación de pérdida de suelo

Cualquier cambio generado en la cobertura vegetal, podría disminuir o hacer desaparecer la capa protectora del suelo y exponerlo aún más al efecto erosivo de una precipitación (Roder, Villavicencio, & Zarazúa Villaseñor, 2006).

Se demuestra que la cubierta vegetal tanto en bosque nativo como de grama natural logra disipar la energía genética de la gota de lluvia protegiendo adecuadamente al suelo ( Herrera Castro & Herrera López, 2009).

En la microcuenca Buena Vista, la pérdida de suelos, presenta niveles alto (> 25 ton/ha/año) (cuadro 7) en la parte noreste y suroeste de la micro cuenca (figura 19) ocupando el 4% de del área total con 242 Ha, donde se localiza la Comarca Lomas del Gavilán-Nindirí, predominan pendientes mayores al 15% y la cobertura vegetal es mínima. En esta comarca y sus alrededores (San Francisco y Campuzano), el cambio de uso de la tierra a una agricultura intensiva y ganadería sin árboles, son los principales factores que contribuyen al alto nivel de pérdida de suelos. Cualquier cambio generado en la cobertura vegetal, podría disminuir o hacer desaparecer la capa protectora del suelo y exponerlo aún más al efecto erosivo de una precipitación (Roder, Villavicencio, & Zarazúa Villaseñor, 2006) Al presentar pendientes bajas la mayor parte del área de la micro cuenca el 90% (figura 20) del área total equivalente a (5596 Ha) y al ser lava volcánica lo que la cubre, presenta riesgo de pérdida de suelo bajo (5-12 ton/ha/año), y el 6 % del área total aproximadamente 371 ha, presenta niveles medios (12-24 ton/ha/año).

Otro municipio que se ve afectado por pérdida de suelo a niveles alto ( $> 25$  ton/ha/año) es la parte este de Ticuantepe (La Borgoña, Denis Lario, Las Perlas, Manuel Landez y Dirita) (Figura 19) donde predomina la serie de suelos San Ignacio (SIId) IV tipo franco arenoso, con pendientes de 8 a 15%, esta serie de suelo presenta pendientes fuertemente inclinadas. El suelo recibe agua de escurrimiento de las áreas adyacente más elevadas y el riesgo de pérdida de suelo es muy alto si la superficie no está protegida.

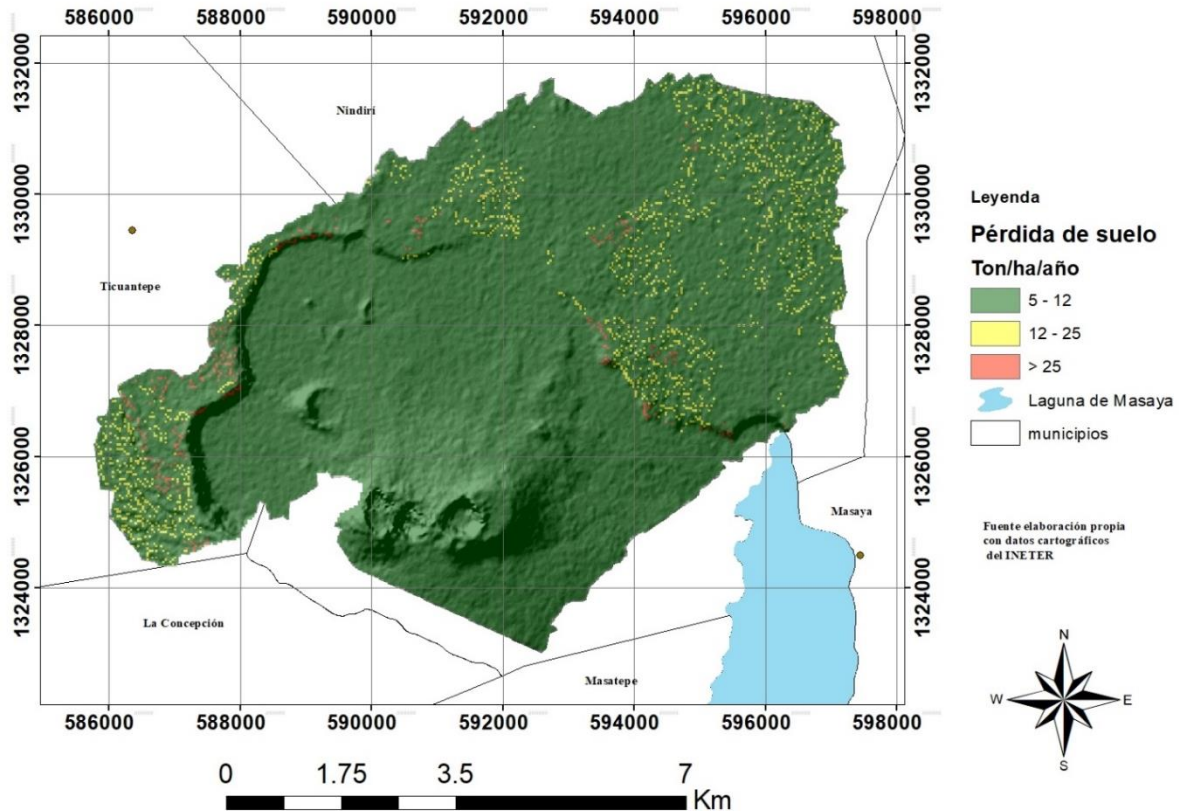


Figura 17: Pérdida de Suelo, fuente Propia

Para la obtención de los rangos de pérdida de suelo, se utilizó la tabla propuesta por Wischmeier y Smith (1978)

Cuadro 7: Niveles de Intensidad de Pérdida de suelo

Niveles de intensidad de pérdida de suelo			
Amenaza	( tn/ha/a)	(mm)	
Baja	5-12	0,4-2	
Media	12-25	2-5	
Alta	Mayor a 25	Mayor a 5	

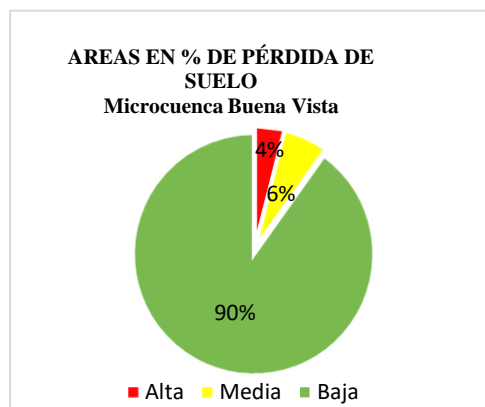


Figura 18: Área en porcentaje (%) de pérdida de suelo

### **4.3 Acciones de buenas prácticas de uso de suelo para la conservación de suelo en la Microcuenca Buena Vista**

Según los resultados obtenidos en el primer objetivo de este estudio se identificó que los agricultores realizan poca o ninguna práctica de conservación de suelo en sus parcelas y no cuentan con capacitaciones técnicas que le ayude a la implementación de prácticas. Se propone diseñar acciones buenas prácticas de uso de suelo en las 11 comarcas que se encuentran dentro de la microcuenca Buena Vista. A continuación, se describen algunas acciones de buenas prácticas de uso de suelo que se proponen para la conservación del mismo:

Rotación de cultivos y en asocio, esta acción servirá para aumentar la productividad de la tierra, en las partes donde la pérdida de suelo es mayor, ya que beneficiará la nutrición y fortaleza de las plantas previniendo las pérdidas de suelo.

Las barreras vivas, dichas acciones al implementarlas proporcionaran beneficios que evitan la perdida de suelo, ya que se establece plantas de diferentes tipos entre los cultivos de forma perpendicular, reteniendo si los suelos deslavados, beneficiando así a los productores siendo estas acciones económico y de fácil adopción.

Las barreras muertas, es una acción que se propone ya que está al alcance de los productores ocupando materiales del entorno, como son las piedras que se encuentran en sus terrenos, estas barreras evitaran el arrastre del suelo

No quema, esta práctica evitará la perdida de nutrientes y se mejorará la estructura del suelo y la capacidad de retención del agua, ya que se incorporará los residuos de los cultivos anteriores antes de la siguiente siembra.

#### **Diseño de un plan de capacitación como propuesta a realizarse con productores agrícolas**

El objetivo es llevar la capacitación al productor utilizando como vía la conservación de suelos en la producción de sus cosechas y la recuperación de los suelos que se encuentran deteriorados a consecuencia del cultivo intensivo de granos como el maíz y frijol. Así

Fortalecer los conocimientos de los agricultores y poderles explicar la importancia de implementar las técnicas de conservación y uso del suelo.

Plan de capacitación propuesto El método a utilizar en la capacitación es el taller, en el cual los participantes adquieren los conocimientos básicos de un tema por las explicaciones del redactor o la búsqueda guiada de información en otra fuente, y el aprendizaje se complementa con la realización de ejercicios prácticos bajo la conducción de un coordinador. Este con el objetivo de concientizar a los productores de la importancia de implementar diversas acciones de conservación de suelo (rotación de cultivos, cortinas rompe vientos, cultivos en asocio), además de como el uso de estas técnicas pueden mejorar su nivel de producción.

**Fase inicial.** Las técnicas a aplicar en el taller permitirán primeramente a estimular la comunicación entre los participantes, también a conocer el nivel de información que manejan, a transmitirles nuevos conocimientos y a fomentar sus habilidades y destrezas. Para esto se aplicarán dinámicas, la primera dinámica llamada “EL FOSFORO”, consistirá en la presentación de cada miembro de la capacitación, estos tendrán que tomar un fosforo, encenderlo y decir sus nombres, lugar que habitan, su edad y cualquier otro dato de sí mismo, hasta que el fosforo se apague y así sucesivamente. La segunda dinámica llamada “EL REPOLLO”, en esta se pasará una bola de papel con una serie de preguntas, donde los participantes las responderán de acuerdo a sus conocimientos previos, además de sus expectativas respecto al taller.

**Fase central.** Para la continuidad de dicho taller, se les presentará a los participantes el objetivo del taller así mismos los resultados de la investigación para relacionarlos con la problemática presente en el lugar, posteriormente se les impartirá los temas centrales del taller, los cuales son: **Importancia del cuidado de las tierras de cultivo e Implementación de nuevas técnicas de conservación y uso de suelo.** El primer tema será expuesto el primer día de la capacitación, el segundo tema será presentado el segundo día, después de una dinámica de retroalimentación llamada “EL TREN DEL RECUERDO”, en esta los capacitados tendrán que escribir en una hoja los conocimientos aprendidos en el taller anterior, luego pasaran uno a uno, al frente a pegarlos en un tren hasta formar con las hojas

todos los vagones del tren. Los temas serán presentados mediante ppt, un video, y además se les entregara brochures.

Fase Final. La fase final estará compuesta por la tercer y última dinámica que será la llamada, “EL GLOBO SORPRESA”, donde los participantes pasaran uno por uno a explotar un globo, cada globo contendrá una pregunta, deberán responder de lo que aprendieron y si fueron cumplidas sus expectativas acerca del taller.

Cuadro 8: Lista de contenidos y sub contenidos a desarrollarse

<b>Resultados de la investigación.</b>	<b>Importancia del cuidado de las tierras de cultivo.</b>	<b>Implementación de nuevas técnicas de conservación y uso de suelo.</b>
	1.1.1-Tipos de suelo y sus potencialidades. Razones para cuidar el suelo.	3.1 Técnicas de barreras vivas. 3.2 Técnicas muro de piedra o barreras muertas. 3.3 Técnicas de conservación de rastrojos. No quema.

Cuadro 9: Actividades detalladas

<b>Primer día</b>			
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>CON PUIEN</b>	<b>CUANDO</b>	<b>TIEMPO</b>
<b>Bienvenida.</b>	Asistentes a la capacitación.	Inicio de la capacitación 9:00am a 9:05 am	5 min

<p><b>Fase inicial.</b></p> <p>Dinámica de presentación</p> <p>Llamada “EL FOSFORO”, consistirá en la presentación de cada miembro de la capacitación, estos tendrán que tomar un fosforo, encenderlo y decir sus nombres, lugar que habitan, su edad y cualquier otro dato de sí mismo, hasta que el fosforo se apague y así sucesivamente.</p> <p>La segunda dinámica llamada “EL REPOLLO”, en esta se pasará una bola de papel con una serie de preguntas, donde los participantes las responderán de acuerdo a sus conocimientos previos.</p>	<p>Asistentes de la capacitación.</p> <p>Asistentes de la capacitación.</p>	<p>Posterior a la presentación</p> <p>9:05 am a 9:20 am</p> <p>Después de la primera dinámica.</p>	<p>15 min</p> <p>20 min</p>
<p><b>Fase central.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de los objetivos del taller.</li> <li>• 1er tema.</li> </ul> <p>Resultados de la investigación.</p> <p>Acá se les explicara a los capacitados, los resultados que obtuvimos mediante la descripción físico - geográfica de esta comarca.</p>	<p>Capacitados.</p>	<p>Después de la dinámica de bienvenida</p> <p>9:20am a 9:40am</p>	<p>20 min</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>2do tema.</b></li> </ul> <p>Importancia del cuidado de las tierras de cultivo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de suelo y sus potencialidades.</li> <li>• Razones para cuidar el suelo</li> </ul> <p>En esta fase se explicará la importancia de implementar, técnicas para la conservación y uso del suelo, el tipo de suelo con el que cuentan en la comarca y cuáles son sus potencialidades, así también cuáles son las razones por las cuales se debe cuidar el recurso suelo.</p> <p>Refrigerio.</p>	Capacitados.	Después de la dinámica central 10:00 am a 10:30am	30 min
	Capacitados.	Después de la presentación del segundo tema. 10:30am a 10:45am	15 min

**Fuente propia**

<b>Segundo día</b>			
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>CON PUIEN</b>	<b>CUANDO</b>	<b>TIEMPO</b>
Dinámica de retroalimentación llamada "EL TREN DEL RECUERDO", la cual tendra como propósito refrescar los conocimientos adquiridos en el taller anterior.	Capacitados.	Inicio del segundo taller. 9:00am a 9:20am	20min
Presentación del 3er tema Implementación de nuevas técnicas de conservación y uso de suelo. -Barreras vivas Las barreras vivas son hileras simples,	Capacitados.	Después de la dinámica de retroalimentación. 9:20am a 9:50am	30min

<p>dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas en curvas a nivel y a distanciamientos cortos.</p> <p>El objetivo principal de las barreras vivas, es el reducir la velocidad de escorrentía superficial y retener el suelo que en ella se transporta.</p> <p>- Muros de piedra o barreras muertas</p> <p>Muros de piedras para evitar el arrastre del suelo. Reduce la velocidad del agua por cortar la ladera en pendientes más cortas, sirviendo además de para captar sedimentos que van en el agua de escurrimiento. La barrera muerta resulta en la formación paulatina de terrazas.</p> <p>-conservación de rastrojos</p> <p>Práctica como la no quema de los residuos y su incorporación en el suelo antes de la siembra del siguiente cultivo. Tiene la finalidad de mantener y aumentar la materia orgánica y la vida biológica en el suelo</p>			
<p>Entrega de brochures que contiene algunas implementaciones de técnicas de conservación de suelo.</p>	<p>Capacitados.</p>	<p>Después de la presentación del tercer tema. 9:50 am a 9:55am</p>	<p>5min</p>
<p>Etapa final. La tercer y última dinámica será “EL GLOBO SORPRESA”, donde los</p>	<p>Capacitados.</p>	<p>Después de la entrega de los brochures.</p>	<p>30 min</p>

participantes pasaran uno por uno a explotar un globo, cada globo contendrá una pregunta pue deberán responder a partir de lo que se les fue expuesto.		9:55am a 10:25am	
Despedida y palabras de agradecimiento.	Capacitados.	Después de la dinámica final 10:25 am a 10:30 am	5 min
Refrigerio.	Capacitados.	10:30am a 10:45am	10 min

### Fases de la capacitación

<b>DIA 1: fase inicial</b>				
Actividades			<b>Tiempo</b>	<b>Materiales</b>
Bienvenida a los asistentes			5 minutos	
Dinámica de presentación “EL FOSFORO”			15 minutos	fósforos
Dinámica de exploración de conocimientos previos “EL REPOLLO”			20 minutos	Hojas blancas marcadores
<b>DIA 1 - FASE CENTRAL</b>				
actividades	Contenidos	Sub contenidos	tiempo	materiales
Presentación de los objetivos del taller y de los resultados de la investigación			20 minutos	.Diapositivas proyector
	Importancia del cuidado de las tierras de cultivo.	1. Tipos de suelo y sus potencialidades. 2. Razones para cuidar el suelo.	30 minutos	

<b>DIA 2 - FASE CENTRAL</b>				
<b>Actividades</b>	<b>contenidos</b>	<b>Sub contenidos</b>	<b>tiempo</b>	<b>Materiales</b>
Dinámica de retroalimentación "EL TREN DEL RECUERDO"			20 minutos	Hojas de colores. Papel bon. Masking tape. Marcadores.
	Implementación de nuevas técnicas de conservación y uso de suelo.	1. Técnicas de barreras vivas. 2. Técnicas muro de piedra o barreras muertas. 3. Técnicas de conservación de rastrojos	30 minutos	Diapositivas. Proyector. Parlantes. Video.
Entrega de brochures			5 minutos	brochures
<b>DIA 2 - FASE FINAL</b>				
<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Materiales</b>		
Ultima dinámica "EL GLOBO SORPRESA"	30 minutos	Globos, Hojas blancas, Lapicero, Hilo, Aguja		
Despedida y palabras de agradecimiento	5 minutos			

## CAPÍTULO V.

### 5.1 Conclusiones

1. En 70% de los productores encuestados tomando como referencia la Comarca Lomas del Gavilán, no realizan rotación de cultivos, lo que implica que una de la principal causa de pérdida de suelo es el manejo inadecuado de los suelos, si no se realiza rotación de cultivos aumenta el control de plagas y enfermedades en los cultivos y provoca la disminución de los nutrientes en el suelo, por lo que el 30% de los productores sí realizan rotación y así aprovechar los nutrientes del suelo.
2. De acuerdo a los Niveles de intensidad de pérdida de suelo, el 90% de la microcuenca Buena Vista presenta una pérdida de suelo baja, el 6% presenta niveles medio, y el 4% presenta niveles altos que supera el nivel aceptable (> 25 ton/ha/año).
3. Los resultados obtenidos en la investigación orientan la elaboración y ejecución de acciones de buenas prácticas de uso de suelo que permitan reducir el riesgo de la pérdida de suelo en las áreas más vulnerables y proteger las áreas con leve vulnerabilidad.

## 5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda desarrollar capacitaciones por parte de organizaciones e instituciones encargadas, a productores agrícolas de las 11 comarcas que se encuentran dentro de la micro cuenca Buena Vista para que estos obtengan mayor conocimiento de cómo cuidar sus parcelas ante los procesos de pérdida de suelo y así puedan implementar, técnicas de conservación de suelo, para obtener mayor rendimiento en sus cosechas. Tomando como referencia este estudio
2. En los altos niveles de pérdida de suelo recomendamos implementar acciones de conservación y restauración del suelo degradados, implementar la reforestación, la rotación de cultivos y técnicas conservacionistas en las zonas alta de la microcuenca y así mantener un equilibrio ambiental en el área.
3. Elaborar una propuesta de acciones de conservación y recuperación para los sectores más sensibles a la pérdida de suelo.

## 5.2 Bibliografía

- Herrera Castro, E. M., & Herrera López, D. G. (2009). Evaluación De Los Factores De La Ecuación Universal De Pérdida De Suelo M unicipio de San Jose de los Remates. Managua.
- Lumbi Aguinaga, L. A., & Muñoz, C. (2017). Efecto de las prácticas de agricultura conservacionista sobre la calidad de suelo y rendimientos productivos en el humedal Moyúa, Ciudad Darío, Matagalpa. Segundo semestre,2016. Matagalpa.
- Pérez Palacios, E. d., & Blandón Laguna, M. E. (2015). Evaluación de sistemas productivos agrícolas bajo prácticas agronómicas y culturales sostenibles de productores de tres microcuencas de Ciudad Darío, Matagalpa I Semestre 2015. Matagalpa.
- Rivera Gutiérrez., O. M., & Sang Palacio., W. M. (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.
- Abdulkareem, H., Pradhan, B., Sulajiman W, N. A., & Jamil, N. (2019). Prediction of spatial soil loss impacted by long-term land-use/land-cover change in a tropical watershed. *Geoscience Frontiers*, 389-403.
- Acuña, E., Aguirre, C., Zelaya, C., & Orozco, M. (2008). suelos, capacidad de uso de la tierra y conflictos de uso en el municipio de rivas, amur. rivas, nicaragua.
- Alonso, J. (2010). La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de estimacion. España. España.
- AMUSCLAM. (2011-2012). LINEAS DE BASE, MUNICIPIO DE NINDIRI. Masaya.
- Apaza, W. (2008). Mannejo y conservacion del suelo, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Peru.
- Aragon, E., Galan, M., Linarte, J., Cinthya Reyes, Sediles, M., & Traña, B. (2009). Caracterizacion del departamento de Masaya. Masaya.
- Artola, I. (1998). Actualización del Levantamiento de suelos y Capacidad de Uso de la Tierra Zona de Amortiguamiento en el Municipio de El Castillo Rion San Juan. Managua.
- Balladares, S., Cordero, C., Murillo, R., Gaitan, L. J., & Hernadez, I. (2009). Masaya, Historia y Vida. Managua.
- Banco Mundial. (2003). Nicaragua reporte de pobreza, aumnetando el bienestar y reduciendo la vulnerabilidad. Managua.
- Bolaños, E. (2015). Arqueología en la Zona Sur-Oeste de la Laguna de. Managua.

- Castaño Véllez, R. A., Rivera Posada, H., Rodríguez Quinceno, W. A., Sinisterra, J. A., & Carvajal, M. (2011). A WEB DE LA BIOINGENIERÍA Y LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.
- Cerna, C. M. (2005). Selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca cusamá el tuma - la dalia matagalpa, 2005, Universidad Nacional Agraria, Managua. Managua.
- Davila, R. (16 de Septiembre de 2011). Osiris Melisa Nicaragua. Obtenido de <http://osirismelisanicaragua.blogspot.com/2011/09/nindiri-cuna-de-calderas-y-conos.html>
- Duarte, F. A. (2015). Efectividad de obras de conservación de suelos implementadas en la Finca La. Chontales.
- Escobar, G. M. (2008). uso y conservacion del suelo, uso de la ecuacion universal de perdida de suelo (USLE) en el campo forestal, Universidad de Chile. Chile.
- FAO. (2017). El estado mundial de la agricultur y la alimentacion.
- FHIA. (2011). Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
- García Aragón, H. A., Sequeira Martínez, J. J., & Álvarez Amador, C. (2017). Manejo y características de los suelos agrícolas de colonia Providencia, Nueva Guinea, 2017. Nicaragua.
- Gonzalez, K., & Torrez, M. (2014). Contribución de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) urbanas a la economía de Nicaragua, 2014. Managua.
- Gonzalez, R. (2007). efecto de la erosion del suelo sobre el rendimiento del maiz de temporal . Mexico.
- Gutierrez, I. (2015). Caracterizacion, socio productiva, percepcion y alternativa de adaptacion al cambio climatico . Matagalpa.
- Ibañez, A., Moreno, R., & Blanquer, G. (2011). el Factor c de la ecuacion universal de perdida de suelo USLE. España.
- INATEC. (2007). PRÁCTICAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA. Managua.
- INETER. (2015). Textos atlas de coberturas y uso de la tierra (poster), Conferencia de coberturas de la tierra en Nicaragua UNA 2016, Managua Nicaragua. Managua.
- INIDE. (2008). Managua .
- Leon, T. (2004). Relaciones Agricultura-ambiente en la degradacion de tierras en Colombia . Colombia.



- Lopez Lira , R., & Lopez Urrutia , P. (2010). Evaluacion del proceso de erosion hidrica en las laderas bajo difernetes sistemas de cobertura vegetal en el municipio de Santa Lucia, Boaco, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua 2008. Managua.
- Lopez, F. (2001). Agricultura y medio ambiente, equilibrio territorial.
- Lopez, K. (2008). Evaluacion de la estabilidad de establecimientos del efecto de las practicas de conservacion de suelo y agua sobre la calidad del suelo en laderas de nicaragua . Managua.
- MAGFOR. (2000). Estrategias Para el Desarrollo de la Agricultura Nacional Horizonte 2010, un enfoque hacia la seguridad alimentaria. Managua.
- MAGFOR-DGPSA. (2005). Buenas Prácticas Agrícolas. Managua, Nicaragua. Dirección General, Programa Nacional de Vigilancia.
- Mendoza, J. M. (1996). Conservacion de suelo y agua, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- Moreira, J. (2001). Capacidad de uso y erosion de suelo. España.
- Navarro, S. (2012). Tipos de suelos en Nicaragua, química y formación de suelos. Managua.
- Ñamendi, E. (2007). Manual de buenas practicas agricolas para la produccion de fresa . Managua.
- Ortez, J. L. (2019). Influencia de las características morfométricas en la erosión de la cuenca del Río Tamulasco y su efecto en el aporte de sedimentos al Embalse Cerrón Grande, El Salvador”. Managua.
- Osorno, A. (2015). Caracterizacion Socioproductiva, persepcion y alternativa de adaptacion al cambio Climatico. Matagalpa.
- Perez Rodriguez, P., Blas, E., Soto, B., Pontevedra Pombal, X., & Lopez Periago, J. (2011). El conflicto de uso del suelo y la calidad de los alimentos. España.
- Piscitelli, M., Varni, M., Sfeir, A., & Ares, G. (2010). Valores de erodabilidad (factor K-USLE) para suelos representativos de la cuenca alta del arroyo Azul (partido de Azul- Buenos Aires) . Buenos Aires, Argentina.
- Ramirez, L. L. (2010). Estimación de la Pérdida de Suelos por Erosión Hídrica en la Cuenca del Río Juramento-Salta. Tesina Profesional. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Argentina. . Argentina.
- Reyes, O. (2010). Caracterización del estado actual de los suelos deldepartamento de León, en base a sus características físicas y sistemas de producción. En el período abril 2009 a Junio 2010. Leon, Nicaragua.

- Roder, J., Villavicencio, R., & Zarazúa Villaseñor, P. (2006). aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo “usle” en sig para estimar riesgo potencial de erosión en el área protegida “sierra de quila”. Mexico.
- Rodriguez, M., Florentino, A., Gallardo, J., & Garcia, R. (2004). Sistemas de Inmación geográfica En La Evaluación De La Erosión Hídrica En Badajoz-España Aplicando La Metodología Usle. España.
- Rosse, E. (1977). Soil Erosion and carbon dynamics in Africa Occidental. Africa.
- Suarez, F. (1979). conservacion de suelo. Colombia. Colombia.
- Urbina, L. M. (2013). Estado, prioridades y necesidades para el manejo sostenible del suelo en Nicaragua, (INTA). Managua.
- Urbina, R. (2005). Inventario de politicas agroambientales en Nicaragua. Managua.
- Wischmeier , W., & Smith, D. (1978). Predecir las pérdidas por erosión por lluvia: una guia para la planificacion de la conservacion, departamento de agricultura de EE UU, Agricultura manual n°537. EE UU.

### 5.3 Anexos

#### Encuesta



Facultad de Humanidades y Ciencias Jurídica  
Departamento de Geografía



Somos estudiantes de IV año de la carrera de Geografía y Como parte de nuestro trabajo monográfico en la Facultad de Humanidades y Ciencias Jurídicas de la UNAN-Managua, estamos realizando una investigación acerca de la actividad agrícola y su impacto en el recurso suelo de esta comarca “Lomas del Gavilán” Nindirí. La idea es conocer acerca de los diferentes tipos de cultivos y diseñar una propuesta de acciones de buenas prácticas de uso de suelo. La información brindada en esta encuesta es de carácter confidencial, solo será utilizada para los propósitos académicos. Agradezco su colaboración.

Desde ya muchas gracias por su tiempo

Nombre del encuestador:		No. de encuesta:
Fecha:	Hora de Inicio:	Hora de Fin:
Nombre de la explotación agropecuaria _____	Nombre y apellido de productor o productora _____	Nombre y apellido del conyugue _____
Dirección exacta de la explotación agropecuaria _____	Dirección exacta del productor o productora _____	
El informante es: Productor (a) Otro	Nombre y apellido del informante _____	

**¿Cuál es el cargo del informante o relación con el productor?**

Cargo \_\_\_\_\_

Parentesco \_\_\_\_\_

No.	Descripción de la variable.	Categorías.	Código
1.1	Sexo	Masculino Femenino	1 [ ] 2 [ ]
1.2	Edad		1 [ ]
1.3	Estudios	Si No	1 [ ] 2 [ ]
1.4	Nivel académico	Primaria Secundaria Técnico Universidad	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.5	Oficio u profesión		
1.8	¿Cuántas personas habitan en la vivienda?	1-3 4-5 5-6 Mas	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ]
1.9	¿Cuánto mujeres?	1-2 2-3 Mas	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.10	¿Cuántos niños?	1-2 2-3 Mas	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.11	¿Cuántos adultos mayores?	1-2 3-4 Mas	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.12	¿Cuántos varones?	1-2 3-4 Mas	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.13	¿Cuántas personas trabajan actualmente?	1-2 3-4 Mas	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.15	¿Cuánto es el ingreso por familia al mes?	4000 C\$ 5000 C\$ 6000 C\$ a mas	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.16	¿Cuál es la actividad de la que provienen estos ingresos?	Agricultura Ganadería Otros	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
1.17	¿Cuenta con ingresos adicionales?	Si No	1 [ ] 2 [ ]

### 3 Explotación de sus tierras

N°	Descripción de la variable	Categorías	código
3.1	Superficie total	1ha-2ha 3ha-4ha Mas (especifique) _____	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
3.2	N° de parcelas	1-3 4-5 Mas (especifique) _____	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
3.4	Régimen de tenencia	Propia alquilada Tierras heredadas Tierras prestadas Socios (a medias) Tierras en otros regímenes de tenencia	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ]
3.5	¿Ha recibido financiamiento monetario para cultivar los productos?	Si No Si su respuesta es SI, ¿De quién? _____	1 [ ] 2 [ ]
3.6	¿A usted lo apoyan instituciones para su tecnificación de siembra y manejo sostenible de suelo	Si No Si su respuesta es SI, ¿Qué institución? _____	1 [ ] 2 [ ]

### 4 Tierras labradas y cultivos

N°	Descripción de la variable	Categorías	Código
4.2	¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura?	Si No	1 [ ] 2 [ ]
4.6	Tiene Cultivos asociados	Si No Si su respuesta es SI, especifique _____	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
4.1 0	Destino de las cosechas	Comercialización autoconsumo Exportación Venta en mercados locales Nacionales Especifique el mercado	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ]
4.1 6	¿Cuánto tiempo lleva como productor?	1 año 2 año especifique	1 [ ] 2 [ ] 3 [ ]
4.1 8	¿Cuántas manzanas de tierra cultiva al año?	1-2 3-4	1 [ ] 2 [ ]

		Mas Especifique_____	3[ ]
4.2 0	¿Cuáles son los cultivos principales?	Maíz Frijol Cebolla cítricos tomate otras Especifique_____	1[ ] 2[ ] 3[ ] 4[ ] 5[ ] 6[ ]

## 5 Datos sobre el suelo

	Variable	Categoría	código
5.1	¿Cómo prepara sus suelos para la siembra?	Espeque Arado con bueyes Arado con maquinarias Otros	1[ ] 2[ ] 3[ ] 4[ ]
5.2	¿Qué hace con los rastrojos <sup>3</sup> ?	Lo barre Lo incorpora como cobertura al suelo Lo quema Alimenta el ganado (si tiene) Otros Especifique_____	1[ ] 2[ ] 3[ ] 4[ ] 5[ ]
5.3	¿Realiza rotación/diversificación de cultivos?	Si No Cada cuanto especifique: _____	1[ ] 1[ ]
5.4	¿Ha observado que su terreno pierde suelo?	Si No No se	1[ ] 2[ ] 3[ ]
5.5	¿Qué está implementando usted en la finca para disminuir la erosión en el suelo?	Reforestar No quemar No cortar los arboles No implementa Otros	1[ ] 2[ ] 3[ ] 4[ ] 5[ ]

## 6 Hábitos y actitudes

Nº	Variable	Categoría	código
6.1	¿Conoce usted estrategias de plan de desarrollo del sector agrícola en la comunidad?	Si No	1[ ] 2[ ]
6.3	¿Cómo productor agrícola usted genera	Si No	1[ ] 2[ ]

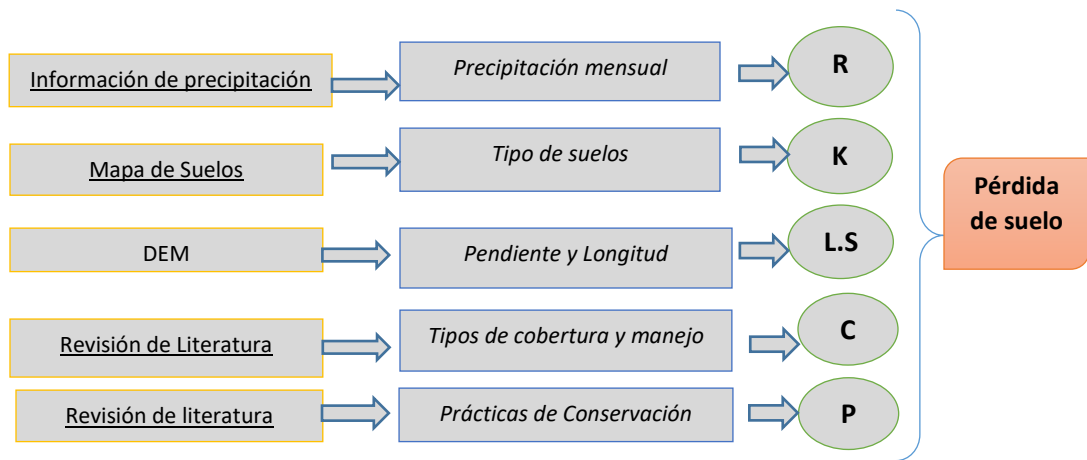
<sup>3</sup> Rastrojo es el conjunto de restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cortar un cultivo.

	empleo a otras personas?	Cuántas	
6.4	¿Ha logrado desarrollarse económicamente mediante la producción de sus bienes?	Si No	1[ ] 2[ ]

### Anexo 2: datos obtenidos para calcular el factor K

Serie Suelo	Simbología	Clase Textural	Materia Orgánica	Arena	Limo	Arcilla	Permeabilidad	Estructura	Valor de K, (ecuación)
Nindiri	ND2C III	Franco arenoso fino	2%	60%	18%	22%	1	2	0.050981
Nindiri	NDb II	Franco	4%	45%	20%	35%	1	2	0.083666
Nindiri	ND2b II	Franco	4%	45%	20%	35%	1	2	0.097356
Nindiri	NDC III	Franco	4%	45%	20%	35%	1	2	0.097356
Nindiri	NDd IV	Franco	4%	45%	20%	35%	1	2	0.083666
Nindiri	Nda II	Franco	2%	45%	20%	35%	1	2	0.083659
Tierras Escapadas	Pfu VII	Franco	0%	45%	15%	40%	4	4	-0.01745
San Ignacio	SIC III	Franco Arenoso	4%	65%	10%	25%	2	2	0.070234
Zambrano	Zmd2 IV	Franco arcilloso	4%	30%	35%	35%	2	4	0.053874
Masaya	MYa2 II	Franco	6%	40%	20%	40%	3	2	0.097356

### Anexo 3: Proceso de cálculo de los factores de USLE



### Anexo 4: aplicación de instrumentos Fuente, propia

