

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**IMPACTO DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS SOBRE EL SUELO Y AGUA EN LA  
MICROCUEENCA CHOLUNQUEZ, MUNICIPIO DE GUALCINSE, LEMPIRA**

**POR:**

**MARVIN JOSUE GIRON MEJIA**

**TESIS**

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

**LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**DICIEMBRE 2013**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**IMPACTO DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS SOBRE EL SUELO Y AGUA EN LA  
MICROCUEENCA CHOLUNQUEZ, MUNICIPIO DE GUALCINSE, LEMPIRA**

**POR:**

**MARVIN JOSUE GIRON MEJIA**

**RAMON LEON CANACA, M Sc.**

Asesor Principal

**TESIS**

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

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**DICIEMBRE 2013**

## **DEDICATORIA**

A DIOS

Por acompañarme cada momento y darme sabiduría.

A TODA MI FAMILIA

Por apoyarme en cada momento de mi carrera como profesional, y por comprenderme en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS**

Por darme vida, sabiduría y entendimiento en cada momento. Así poder hacer realidad mis sueños.

### **A MIS PADRES**

Cesar Augusto Girón Martínez y María Teresa Mejía Turcios, Por su apoyo y amor que me han brindado durante toda mi vida, sin esperar nada a cambio.

### **A MIS HERMANOS**

Por acompañarme en los malos momentos de mi carrera y lo importante que son para mí.

### **A MI ESPOSA**

Deysi Lorena Rivera Vargas, por su apoyo incondicional.

### **A MI HIJO**

Cesar Josué Girón Rivera, por ser el regalo más grande de mi vida

### **A MIS ASESORES**

MS.c. Ramón León Canaca, MS.c. José Trinidad Reyes, MSc. Gerardo Jair Lagos, por brindarme todo su apoyo durante la realización de este trabajo de investigación.

### **A LA MUNICIPALIDAD DE CANDELARIA LEMPIRA Y ITC.**

Principalmente al alcalde Manuel Bonilla, Prof. José María Bonilla y Ing. Carlos Alemán por brindarme conocimientos y apoyo en todo el periodo de investigación.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	viii
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	ix
<b>RESUMÉN</b> .....	x
<b>I INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II OBJETIVOS</b> .....	3
2.1 General .....	3
2.2 Específicos .....	3
<b>III REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
3.1 Suelo.....	4
3.1.1 Propiedades físicas del suelo .....	4
a) Textura.....	4
b) Densidad aparente .....	5
c) Porosidad .....	5
d) Infiltración .....	5
e) Consistencia.....	6
f) Materia orgánica del suelo .....	6
3.1.2 Erosión del suelo .....	7
a) Erosión tolerable.....	9
b) Función de los árboles en el control de la erosión .....	9
3.1.3 Calidad de suelo.....	9
3.2 El agua.....	10

3.2.1 Microcuenca .....	10
3.2.2 Ciclo del agua .....	10
3.2.3 Indicadores de calidad del agua.....	11
a) Turbidez.....	11
b) pH.....	11
<b>IV MATERIALES Y MÉTODO .....</b>	<b>13</b>
4.1. Descripción del área.....	13
4.2 Materiales y equipo .....	14
4.3 Metodología.....	14
4.3.1 Aplicación de encuestas.....	14
4.3.2 Parcelas experimentales de escorrentía .....	15
4.3.3 Análisis de calidad de agua. ....	16
4.3.4 Determinación de la precipitación pluvial.....	17
4.3.5 Evaluación de las propiedades físicas .....	18
a) Densidad aparente del suelo .....	18
<b>V RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>19</b>
5.1 Aplicación de encuestas .....	19
5.2 Erosión hídrica .....	22
5.3 Análisis de calidad de agua de la microcuenca.....	24
5.3.1 Análisis físico-químico.....	24
a) pH del agua de la microcuenca Cholunquez .....	24
b) Nitratos del agua de la microcuenca Cholunquez .....	25
c) Turbidez del agua de la microcuenca Cholunquez.....	25
d) Contenido de grasas y aceites en el agua de la microcuenca Cholunquez .....	26
5.3.2 Análisis microbiológico.....	26
a) Coliformes totales.....	26
b) Coliformes fecales.....	27
c) Recuento de <i>Escherichia coli</i> .....	27
5.4 Precipitación.....	28
5.5 Evaluación de la densidad aparente del suelo .....	30

5.5.1 Densidad aparente.....	30
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>37</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Localización geográfica del área de estudio y ubicación microcuena Cholunquez Gualcinse, Lempira.....	13
<b>Figura 2.</b> Localización geográfica de las unidades experimentales, en la microcuena Cholunquez.....	15
<b>Figura 3.</b> Que cultivos anuales siembran en la microcuena.....	19
<b>Figura 4.</b> Recibe asistencia técnica para optar a nuevas tecnologías.....	20
<b>Figura 5.</b> Que hacen con los residuos sólidos.....	21
<b>Figura 6.</b> Erosión de suelo por escorrentía Kg/ha.....	23
<b>Figura 7.</b> Precipitación de la microcuena Cholunquez durante el periodo de investigación.....	29
<b>Figura 8.</b> Resultados de densidad aparente (Época seca y Época lluviosa).....	30
<b>Figura 9.</b> Parcela de erosión de suelos por escorrentía.....	40



## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág</b>
<b>Cuadro 1.</b> Clasificación de los poros del suelo, según su tamaño, propuesta por SSDS (1993).....	5
.....	
<b>Cuadro 2.</b> Principales grupos de materiales orgánicos del suelo (Burbano 1989).....	7
<b>Cuadro 3.</b> Análisis físico-químico de la microcuenca Cholunquez.....	24
<b>Cuadro 4.</b> Análisis microbiológico de la microcuenca Cholunquez.....	26

## LISTA DE ANEXOS

				<b>Pág.</b>
<b>Anexo</b>	<b>1.</b>	Levantamiento	de	37
encuestas.....				
<b>Anexo 2.</b>		Parcela experimental de erosión de suelos de 1 m ancho por 3 m de largo.....		40
<b>Anexo</b>	<b>3.</b>	Análisis de calidad	de	40
agua.....				
<b>Anexo</b>	<b>4.</b>	Determinación de la densidad aparente	del	41
suelo.....				
<b>Anexo</b>	<b>5.</b>	Precipitación de la microcuenca		43
Cholunquez.....				

**Girón Mejía, MJ, 2013.** Impacto de los cultivos agrícolas sobre el suelo y agua en la microcuenca Cholunquez, municipio de Gualcinse, Lempira. Tesis Lic. Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Nacional de Agricultura Catacamas Olancho, Honduras C.A 47 pág.

## **RESUMÉN**

Se realizó un diagnóstico del impacto de los cultivos agrícolas sobre el suelo y la calidad del agua de la microcuenca Cholunquez tenango Gualcinse, departamento de Lempira. La zona en donde se realizó el estudio se encuentra en un rango altitudinal de 800 a 1000 msnm, se registra una precipitación media entre 1200 a 1400 mm anuales, presenta pendientes superiores de 70%, predomina el bosque nublado. El estudio constó de tres etapas a nivel de campo: a) levantamiento de información con encuestas dirigidas a productores de la microcuenca; b) establecimiento de parcelas de escorrentía con dimensiones de 3 m<sup>2</sup> para la estimación de pérdida de suelo y escorrentía superficial y c) toma de muestras de agua para determinar parámetros físico-químicos y bacteriológicos. Los cultivos que en mayor parte se siembran en esta zona son maíz, frijol y café, los cuales se pueden considerar de subsistencia debido al nivel tecnológico de producción y las áreas de siembra que se utilizan consecutivamente no sobrepasan las dos manzanas debido a que la mayor parte del territorio se cultiva en laderas. En cuanto a la pérdida de suelo, el cultivo de maíz presentó una menor protección del suelo debido a que se registró una tasa de erosión de 17,956 kg/Ha porque los cultivos se establecen a cielo abierto; mientras que el cultivo de café presentó los valores más bajos (12,228 kg/Ha) ya que son cultivos agroforestales. El análisis de la calidad del agua de la microcuenca se determinó por medio de muestreos los cuales se

determinaron en la FHIA. La calidad de agua para consumo humano de la microcuenca Cholunquez, tiene ciertos parámetros físicos químicos determina que son aptos para consumo humano, en cambio el análisis microbiológico como ser: coliformes fecales presenta una gran cantidad mayor de 2,419 UFC/100 ml, teniendo un valor en norma de 0 UFC/100 ml.

**Palabras claves:** Erosión hídrica, calidad de agua, precipitación, microcuenca Cholunquez.

## I INTRODUCCIÓN

En la década de los 90, en el mundo, un 25% de las tierras en uso para la agricultura estaban seriamente degradadas, poniendo en serio peligro la sobrevivencia de millones de familias, especialmente en países en vías de desarrollo. El efecto principal de la degradación del suelo es la reducción en la productividad, lo cual afecta a todos quienes dependen de ella. La forma más grave de degradación del suelo es la provocada por medio de la erosión (Tayupanta y Córdova, 1990; Tayupanta, 1993)

En los países de Latinoamérica, la agricultura esta cimentada por pequeños productores con cultivos de subsistencia entre los que sobresalen el tradicional y convencional, los cuales se caracterizan por bajos rendimientos, agricultura de subsistencia, degradación de los recursos naturales, altos porcentajes de residualidad en los suelos, fuentes de agua, retraso técnico y tecnológico y uso inadecuado de productos agroquímicos.

La agricultura es la principal actividad que origina muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos en aguas superficiales y subterráneas, los contaminantes incluyen sedimentos procedentes de la erosión de los suelos, de cultivos no aptos en pendientes como compuestos de: Fosforo, y nitrógeno que proceden de residuos de animales y fertilizantes comerciales.

Los contaminantes de las cuencas, sub cuencas y microcuencas por agentes químicos y biológicos se ha convertido en los problemas ambientales más graves, y la agricultura en laderas es una de las causas por medio del uso de prácticas tradicionales de cultivar las tierras dejando al descubierto los suelos, estimulando que el arrastre de las partículas provoque las pérdidas de suelo por erosión

y al mismo tiempo la contaminación de fuentes de agua más cercanas, y en épocas de sequía la pérdida de humedad por deficiencia de cobertura vegetal en los suelos.

La discusión de estos temas, que adquieren en gran significación y vigencia en el marco destinado a lograr el desarrollo sustentable.

La información disponible, respecto a los efectos de erosión hídrica, asociados a los cultivos se remite algunas estimaciones y evaluaciones realizadas en sitios diferentes y empleando distintos métodos. Por lo mismo y dada la amplia gama de condiciones edafoclimáticas y topográficas en la que se encuentran los cultivos, no se dispone de antecedentes suficientes como para delinear tendencias globales y confiables. De allí se estima necesario el desarrollo de nuevos estudios en esta temática.

En este contexto, se inicia el desarrollo de una investigación destinada a evaluar los procesos erosivos en terrenos cultivados en el área de la microcuenca Cholunquez, Tenango, Municipio de Gualcinse, Lempira. Al respecto este trabajo tiene como objetivos presentar y analizar los resultados correspondientes a la evaluación del escurrimiento superficial y las pérdidas de suelo, en cuatro cultivos: café (*Coffe arábica*), maíz (*Zea maíz*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*).

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Evaluar el impacto de los cultivos agrícolas sobre los recursos naturales; suelo y agua en la microcuenca Cholunquez, Gualcinse, Lempira.

### **2.2 Específicos**

Evaluar el efecto del manejo de los cultivos y las actividades domésticas en la calidad de las aguas superficiales de la microcuenca.

Estimar la pérdida de suelo, originada por escurrimiento superficial en los diferentes usos de suelo.

Determinar cambios en la densidad aparente del suelo cultivado con maíz, frijol y café.

## III REVISIÓN DE LITERATURA

### 3.1 Suelo

El suelo es un almacén de elementos nutritivos para la planta, un medio ambiente para las bacterias, un adecuado asidero para la propia planta y un depósito del agua que la misma requiere para su desarrollo (USDA, 1972).

Hillel, (1998) considera, el suelo como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera que está encima y con los estratos que están debajo, que influye el clima y el ciclo hidrológico del planeta y que sirve como medio de crecimiento para una variada comunidad de organismos vivos. Además, él juega un papel ambiental preponderante como reactor bio-físico-químico que descompone materiales de desecho y recicla dentro del mismo nutrientes para la regeneración continua de la vida en la Tierra.

Buol, 1997 hacia finales del siglo XIX, propuso que el término suelo se utilizara para definir “aquellos horizontes de la roca que diaria o casi diariamente cambian sus relaciones bajo la influencia conjunta del agua, el aire y varias formas de organismos vivos y muertos”.

#### 3.1.1 Propiedades físicas del suelo

##### a) Textura

La textura es una propiedad exclusiva de la fase sólida del suelo y, más específicamente, de la fracción inorgánica de aquella. Es, además, una propiedad fuertemente dependiente del material



parental del suelo, establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetro menor a 2 mm, es decir, la tierra fina, en el suelo; estas partículas, llamadas separados, se agrupan en tres clases, por tamaños: Arena (A), Limo (L) y Arcilla (Ar) (Montenegro y Malagón, 1990).

### **b) Densidad aparente**

Es la densidad del suelo que se calcula teniendo en cuenta el espacio ocupado por los poros al cuantificar el volumen de la muestra de suelo, razón por la cual depende de la organización que presente la fracción sólida del mismo y está afectada por su textura, su estructura, su contenido de materia orgánica, su humedad (en especial en suelos con materiales expansivos) y su grado de compactación, principalmente. En términos prácticos, es la densidad que tiene la tierra fina del suelo, con la organización que ella posea.

### **c) Porosidad**

La porosidad total del suelo es el volumen de éste que no está ocupado por sólidos; es el volumen que hay disponible en el suelo para los líquidos y los gases.

**Cuadro 1.** Clasificación de los poros del suelo, según su tamaño, propuesta por SSDS (1993).

<b>Tipos de poros</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Muy gruesos	> 10
Gruesos	10 – 5
Medios	5 – 2
Finos	2 – 0.5
Muy finos	< 0.5

### **d) Infiltración**

Es la propiedad que evalúa la velocidad de entrada del agua al suelo. Es un parámetro crítico cuando se están haciendo diseños de riego, pues ella define cuánto tiempo debe permanecer el agua sobre la superficie del suelo para que haya un adecuado humedecimiento, si se trata de riego superficial, o limita los caudales de aplicación en sistemas de aspersión.

#### **e) Consistencia**

Es la propiedad que define la resistencia del suelo a ser deformado por las fuerzas que se aplican sobre él. La deformación puede manifestarse, como ruptura, fragmentación o flujo de los materiales del suelo y depende, directamente, de los contenidos de humedad y de materia orgánica del suelo, así como de su contenido y tipo de arcilla. Además, como un componente importante de esta resistencia hay que considerar la estabilidad estructural.

Desde el punto de vista agronómico, esta propiedad está íntimamente relacionada con el laboreo del suelo y, por ende, sobre sus efectos en él como la compactación, el encostramiento superficial y la reducción del espacio vacío disponible para el desarrollo de las raíces. Estos aspectos también pueden considerarse manifestaciones de la deformación del suelo (Hillel, 1998).

#### **f) Materia orgánica del suelo**

La riqueza en materia orgánica favorece la presencia de hongos, que son capaces de liberar el fósforo de los minerales del suelo con sus enzimas fosfatadas. Por otra parte, este fósforo se une a la materia orgánica (quelado), que lo retiene más débilmente que cuando se une a compuestos como calcio y hierro (Fernández y Leiva, 2003, citado por Pineda, 2006).

#### **Tipos de materia orgánica del suelo**

Los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo se agrupan de acuerdo con su grado de transformación, como se muestra en la Tabla 1, elaborada con base en información tomada de (Burbano 1989).

**Cuadro 2.** Principales grupos de materiales orgánicos del suelo (Burbano 1989).

<b>Materia orgánica Fresca (MF) {Órganos}</b>	<b>Materia orgánica no húmica (MNH) {Compuestos químicos simples}</b>	<b>Materia orgánica húmica (MH) {Coloides orgánicos}</b>
Hojas	Celulosa (15-60 %)	Ácido fúlvico
Tallos	Hemicelulosa (10-30 %)	Ácido himatomelánico
Raíces	Lignina (5-30 %)	Ácido húmico
Flores	Azúcares, aminoácidos y ácidos alifáticos (5-30 %)	Humina
Frutos	Grasas, aceites, ceras, resinas y otros pigmentos (1-8 %)	
	Proteínas (1-15 %)	

### 3.1.2 Erosión del suelo

Es la pérdida física del suelo. El suelo es arrastrado de las laderas y depositado en los terrenos planos. Las corrientes de agua arrastran suelos y lo depositan durante las inundaciones en las fincas aguas abajo y detrás de las presas, el suelo desplazado de este modo es principalmente suelo superficial, más rico en materia orgánica y en nitrógeno, más desmenuzable y más fácil de trabajar (Edmund, 1959).

La ausencia de vegetación en los terrenos favorece el impacto de las gotas de lluvia en los suelos, acelerando los procesos erosivos por salpique de agua lluvia y por escorrentía laminar.

Los suelos en que predomina gran cantidad de partículas como limos y arcillas, calificados sobre su base porcentual como franco arcilloso limosos, franco arcillosos y franco limosos, son más susceptibles a la erosión hídrica por el impacto de gotas de lluvia por los suelos de texturas gruesas como los arenosos francos o los franco arenosos. A su vez el desarrollo estructural del suelo ayuda a evitar los procesos erosivos. Si un suelo tiene un buen desarrollo estructural, tiene espacios porosos y grietas que favorecen la penetración del agua de lluvia, en forma vertical descendente (Núñez, 2001).

La erosión y la escorrentía arrastran no solo partículas de suelo y materia orgánica con sus nutrientes sino que también lavan fertilizantes y otros agroquímicos.

Las pérdidas de nutrientes del suelo se acentúan con el salpicado de las gotas de lluvia y con la escorrentía debido a la remoción diferenciada de las partículas de arcilla, más livianas y más pequeñas, ricas en nutrientes y de materia orgánica. Los materiales erosionados del suelo pueden ser de cuatro a cinco veces más ricos en nutrientes para las plantas que el material que queda en el lugar (Shaxson, 2000).

La erosión es un proceso complejo en la que intervienen varios factores. Específicamente en la erosión hídrica son los siguientes:

- Factores climáticos: Representados básicamente por la agresividad de la lluvia para producir el desprendimiento, arrastre y depósitos de las partículas de suelo.
- Factor edáfico: En conjunto, se maneja como la susceptibilidad del suelo al ser erosionado (características de textura, estructura de los componentes del suelo).
- Factor topográfico: Constituido básicamente por la longitud, forma y grado de pendiente del terreno.
- Factor humano: La intervención e identificación de la cobertura vegetal por el hombre altera el tipo y desarrollo de las especies, la cobertura, la rugosidad del terreno y las demás condiciones superficiales del suelo.

### **a) Erosión tolerable**

Pretende fijar límites máximos de erosión para evitar que la reducción de espesor del suelo sobrepase la tasa de formación del mismo, la cual varía entre unos 2.5 y 5.0 cm. Por siglo según las condiciones. Estos límites varían de acuerdo con la profundidad efectiva del suelo y la tasa de formación ya que un suelo profundo a base de material casajoso puede tolerar más erosión que otro muy superficial a base de roca más dura (LUPE, 1998).

Las normas de Hudson para los países en desarrollo establecen como erosión tolerable es la siguiente:

- Los suelos poco profundos de alta erosionabilidad es de 5 ton/ha/año y una reducción por siglo de un cm.
- Los suelos profundos de baja erosionabilidad es de 15 ton/ha/año y una reducción de espesor de 8 cm.

### **b) Función de los árboles en el control de la erosión**

Los bosques que no se han tocado son notablemente resistentes al inexorable desgaste de la superficie de la tierra. Las proporciones de desarrollo de la tierra en ellos exceden generalmente del lento proceso de agotamiento, pero las proporciones de la erosión aumentan inevitablemente como consecuencia de la acción del hombre y de la naturaleza por las lluvias. La forma en que se lleva a cabo la protección de las vertientes hidráulicas determina el incremento y la aceleración de esas proporciones. (Departamento de los Estados Unidos, 1955).

### **3.1.3 Calidad de suelo**

La calidad debe interpretarse como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo (Carter, 1997). El estado de las propiedades dinámicas del suelo como contenido

de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituyen la salud del suelo (Romig, 1995).

El término calidad del suelo se empezó a acotar al reconocer las funciones del suelo: (1) promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible); (2) atenuar contaminantes ambientales y patógenos (calidad ambiental); y (3) favorecer la salud de plantas, animales y humanos (Karlen, 1997).

## **3.2 El agua**

### **3.2.1 Microcuenca**

Se concibe como un espacio, geográficamente demarcado por la zona influida por una vertiente hídrica de magnitud moderada. Dentro de esta zona existen un sinnúmero de procesos productivos de mayor o menor envergadura y relevancia, fundamentalmente de características agropecuarias. En estas se han consolidado asentamientos humanos en los que se da la vida cotidiana donde interactúan los pobladores con los recursos fundamentales para la subsistencia: agua, suelo, energía, espacio habitacional etc. (Prada, sf).

La microcuenca es el ámbito lógico para planificar el uso y manejo de los recursos naturales, buscando la sostenibilidad de los sistemas de producción. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y el manejo de los recursos naturales (acción inotrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente), (Stallings, 1985, citado por Morales, 2010).

### **3.2.2 Ciclo del agua**

Es la circulación de la humedad y del agua de la tierra. Es un sistema gigantesco que funciona dentro del suelo y en su superficie, en los océanos de nuestro planeta y en la atmósfera que nos

rodea. De la precipitación que moja la superficie de la tierra, alguna parte se utiliza para el crecimiento de las plantas y se pierde en evaporación. Otra parte llega a las zonas más profundas, se filtra lentamente a través de los manantiales y escurre para conservar el caudal de los arroyos durante periodos de sequía. Los arroyos, a su vez vuelven eventualmente a los océanos en donde el agua tuvo su origen (Departamento de los Estados Unidos, 1955).

### **3.2.3 Indicadores de calidad del agua**

Los parámetros más comunes para establecer la calidad del agua son los siguientes: oxígeno disuelto, pH, sólidos en suspensión, DBO, fosforo, nitratos, nitritos, amonio, amoníaco, compuestos fenólicos, hidrocarburos derivados del petróleo, cloro residual, zinc total y cobre soluble (Microsoft Corporation, 2005).

#### **a) Turbidez**

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a las partículas en suspensión. Cuantos más sólidos de suspensión haya en el agua, más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez. Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU (Disponible en <http://www.lenntech.com/espanol/Turbidez.htm>).

#### **b) pH**

La medición del pH para el agua y el suelo, determina si el agua es más ácida (pH bajo) o básica (pH alto), con lecturas de siete para neutralidad. Las lecturas de pH por si solas, no dicen mucho

acerca de la calidad del agua. Sin embargo, pueden dar invalorable pistas de lo que podría estar pasando en el agua, el pH también afecta la solubilidad de varios minerales en el agua. Las aguas que se mueven cruzando rocas o suelos calcáreos tenderán a tener un pH más alto que en los arroyos provenientes del granito u otras rocas ígneas. La materia orgánica en descomposición, o escorrentía acida de las minas también bajan el pH (Disponible en [http://www.oznet.ksu.edu/kswater/wt\\_ph\\_SPan.htm](http://www.oznet.ksu.edu/kswater/wt_ph_SPan.htm)).

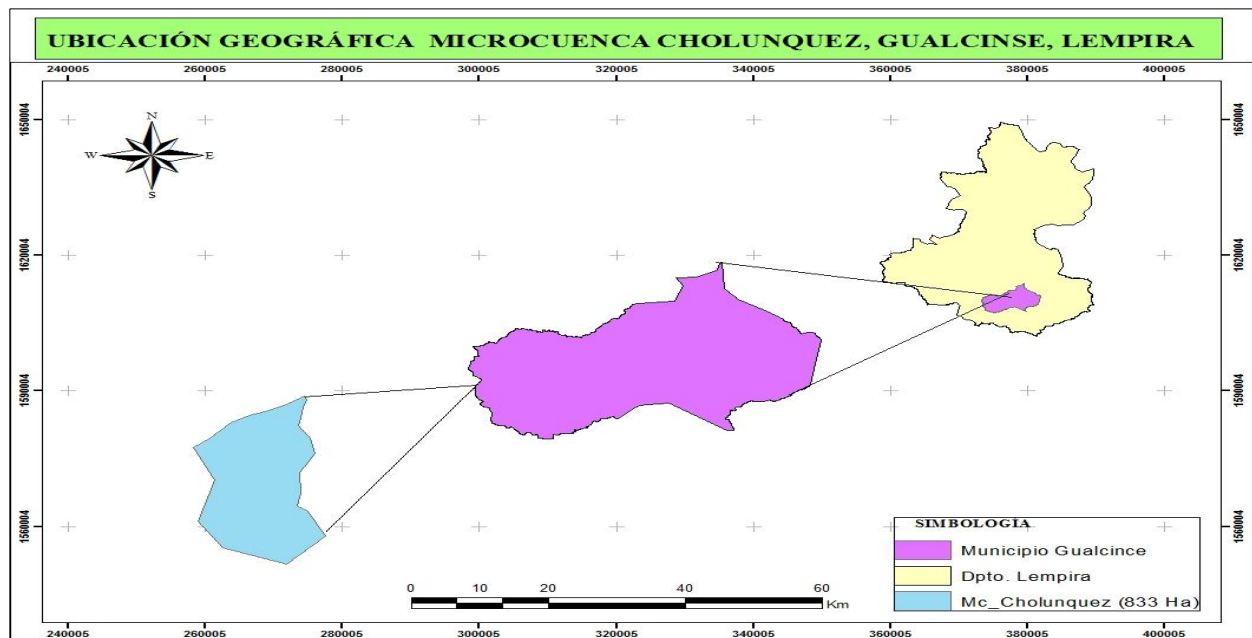
La mayoría de las aguas naturales tienen valores de pH entre 5.5 Y 8.6. Los muestreos deben recolectarse cuidadosamente para la determinación del pH. Los resultados pueden afectarse muy notablemente por cantidades de contaminantes muy pequeñas. Las manos que han manejado cal o alumbre pueden llevar reactivo suficiente para afectar los resultados si entran en contacto con la muestra (Departamento de sanidad del estado de New York, 1976).



## IV MATERIALES Y MÉTODO

### 4.1. Descripción del área

El presente trabajo se llevó a cabo durante los meses de junio a octubre del año 2012, en la microcuenca Cholunquez tenango, Gualcinse departamento de Lempira. Limita al norte con el municipio de San Andrés, al sur con el municipio de Candelaria, al este con el municipio de Piraera y al oeste con los municipios de Mapulaca y Piraera todos en el departamento de Lempira (Figura 1). Se registra una precipitación media anual de 1287.5 mm, distribuida principalmente entre los meses de mayo hasta finales de octubre. Ubicada a 16 Km del municipio de Gualcinse Lempira, presenta elevaciones entre 800 y 1000 msnm, con pendientes superiores a 70%, su ecosistema predominante el bosque nublado (Mancomunidad, SOL 2008).



**Figura 1.** Localización geográfica del área de estudio y ubicación microcuenca Cholunquez Gualcinse, Lempira.

## **4.2 Materiales y equipo**

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes materiales: material didáctico, encuestas, lámina lisa de zinc, recipiente (bote plástico), bolsas plásticas y botes de vidrio o plástico. A nivel de laboratorio de suelos se necesitó: Pipetas, tubos de ensayo, balanza, horno, computadora, lápiz, agenda etc.

## **4.3 Metodología**

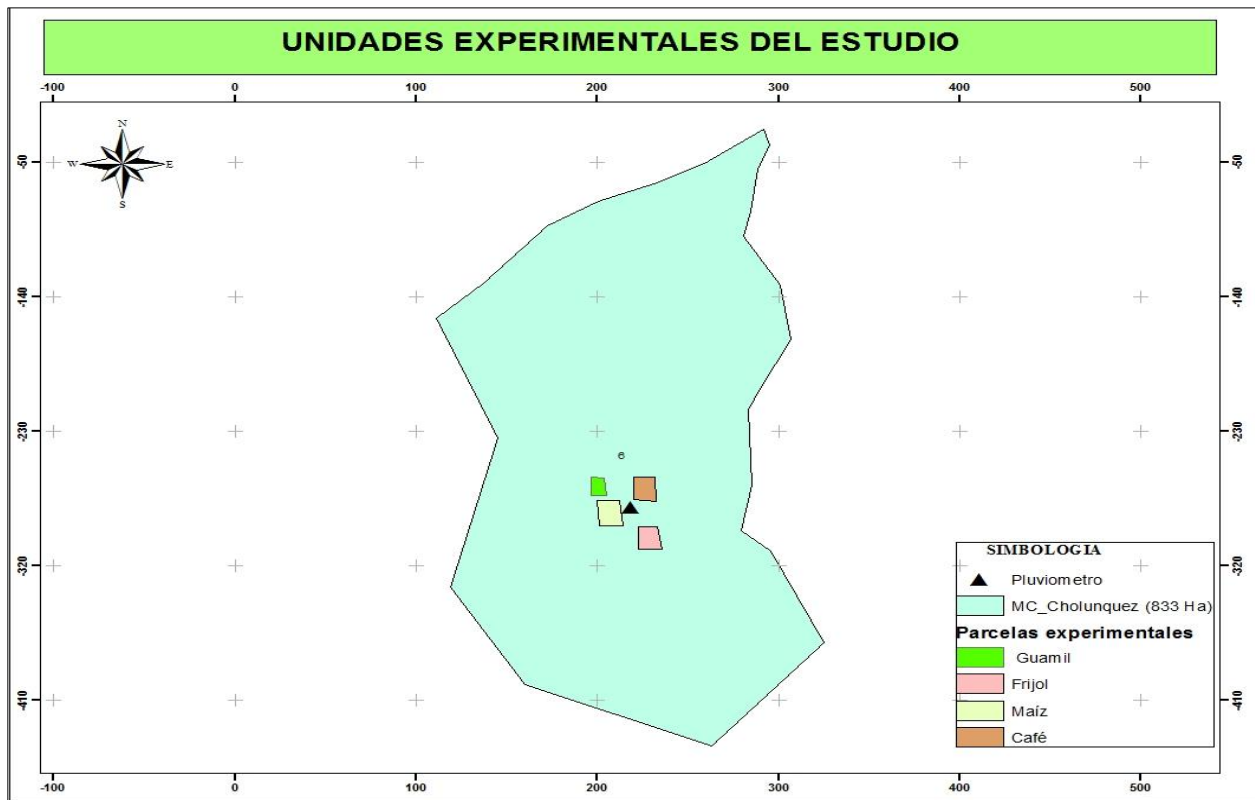
Se realizó en tres fases: la primera consistió en el levantamiento de información de campo por medio de encuestas aplicadas a los productores de la comunidad. Esto con el fin de determinar el conocimiento que poseen sobre la erosión de suelo y del impacto que pueden llegar a producir sobre el suelo y el agua las actividades agrícolas. En la segunda fase se establecieron parcelas experimentales de escorrentía con dimensiones de 3 m<sup>2</sup> en cuatro usos de suelo (maíz, frijol, café y guamil), los cuales fueron seleccionados por el uso predominante de los mismos en la microcuenca. Finalmente se tomaron muestras de agua de la microcuenca Cholunquez para obtener parámetros físico-químicos y bacteriológicos de la calidad del agua.

### **4.3.1 Aplicación de encuestas**

Se encuestaron 13 productores de la aldea Cholunquez que se dedican a la producción de granos básicos y otros cultivos como café, papa entre otros, con el objetivo de determinar la parte socioeconómica de la microcuenca y el tratado de las aguas superficiales. Tomando en cuenta el impacto que tiene sobre las tierras que cultivan y en general a la microcuenca (Anexo 7).

### 4.3.2 Parcelas experimentales de escorrentía

Se instaló la parcela experimental de escorrentía en cada uno de los tres cultivos, con sus respectivas dimensiones de; 1 m de ancho y 3 m de largo para una área total de 3 m<sup>2</sup>, para poder evaluar las pérdidas de suelos por erosión hídrica, debido a la diversidad de pendientes que se presentan en la zona y es donde están ubicados los cultivos, se ubicó la unidad experimental en el centro de cada uno de los diferentes cultivos, independientemente la pendiente que fuera.



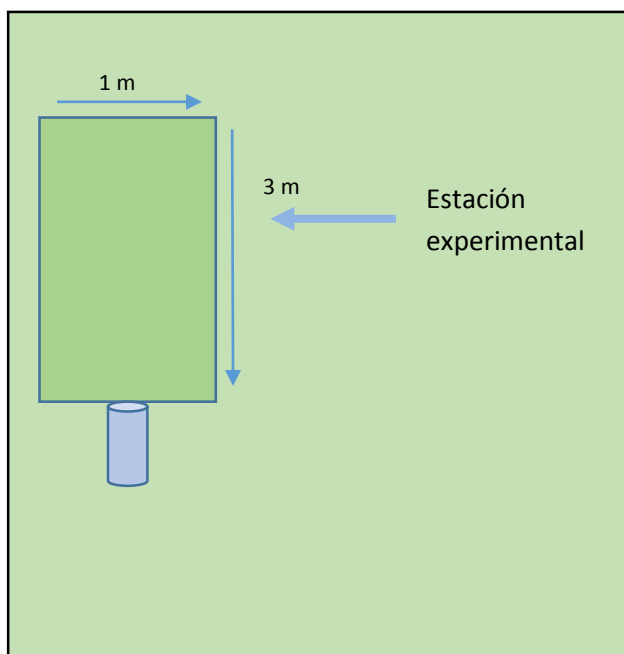
**Figura 2.** Localización geográfica de las unidades experimentales, en la microcuenca Cholunquez.

En cada una de los cultivos se estableció la unidad experimental para evaluar escorrentía, de esta forma se determinó la erosión hídrica en diferentes cultivos como: café (*Coffe arábica*), maíz (*Zea maíz*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) y como testigo el guamil, La parcela experimental de escorrentía para evaluar erosión hídrica, las láminas tenían 0.2 m de enterrado al igual sobre la superficie, en la parte inferior de la parcela estaba ubicado un recipiente con capacidad de retención

de 250 litros para asegurar la continuidad al flujo superficial y al material edáfico arrastrado y para impedir tanto las pérdidas como los aportes externos.

Del volumen total colectado en cada tanque recolector se tomó una alícuota homogenizada de un litro, las cuales fueron llevadas al laboratorio del CIAT ubicado en candelaria lempira. Seguidamente se procesaron para separar los sólidos mediante el uso de papel filtro colocado en un embudo. Después de la filtración, los sedimentos acumulados en el papel filtro se retiraron a una temperatura de 60° C y posteriormente se pesaron en una balanza de precisión.

En la determinación del suelo perdido se empleó en la unidad experimental de escorrentía el material en suspensión fue determinado a partir de alícuotas extraídas del líquido acumulado, empleando el mismo procedimiento gravimétrico. La cantidad total se estimó ponderando el peso seco de esta fracción por el total de agua escurrida en cada medición.



#### 4.3.3 Análisis de calidad de agua.

Para el análisis físico químico fue necesario el siguiente procedimiento coleccionar 5 litros de agua, se utilizó un envase de plástico, se hizo necesario que el envase se encontrara perfectamente limpio (para esto se lavó con jabón detergente, seguidamente se agitó varias veces con agua potable y por último se agitó con el agua a analizar), y que su tapa o cierre no permitiera la salida del líquido, ni tampoco la entrada de elementos contaminantes, para el análisis microbiológico se hizo necesario coleccionar 300 ml en botes esterilizados.

La toma de agua a analizar se tomó de la parte media de la microcuenca, en todo caso se llenó completamente el envase y se tapó. Se volvió necesario que no quedara cámara de aire en el envase. Se rotularon algunos datos como ser: remitente, solicitante, fecha de la toma, lugar de procedencia, origen de la muestra (pozo, arroyo, lago, sistema de distribución, etc.).

El envío se hizo de forma refrigerada o a temperatura no muy alta, ya que hay varios parámetros (nitratos, nitritos, amoníaco) que pueden modificarse por efecto del calor debido a la proliferación microbiana. La muestra se envió al laboratorio inmediatamente después de la toma, en caso contrario debe mantenerse refrigerada. Cuanto menor sea el tiempo transcurrido desde la toma hasta el envío al laboratorio, más exactos serán los resultados obtenidos.

Luego las muestras de agua que fueron coleccionadas y rotuladas fueron llevadas inmediatamente de la microcuenca a las oficinas de la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). En el proceso del análisis microbiológico del agua de la microcuenca es exactamente el mismo, con la diferencia que solo se coleccionaron 300 ml de agua para sus respectivos análisis, los cuales fueron llevados a las oficinas de la FHIA en botes esterilizados, porque son muestras en las cuales se evaluaron parámetros muy estrictos como ser: Coliformes totales, coliformes fecales y recuento de *Escherichia coli* etc.

#### **4.3.4 Determinación de la precipitación pluvial.**

Con el pluviómetro se determinó la precipitación pluvial diariamente. El pluviómetro se ubicó aproximadamente a 100 metros de la microcuenca Cholunquez con coordenadas de x 208943, y-282278 teniendo en cuenta que el pluviómetro tenía un diámetro de 7 cm y con la capacidad de coleccionar 125 mililitros por precipitación. Con la sumatoria de los mililitros que se coleccionaron diariamente se determinó la precipitación mensual, luego se calculó la precipitación durante todo el periodo de investigación.

#### **4.3.5 Evaluación de las propiedades físicas**

##### **a) Densidad aparente del suelo**

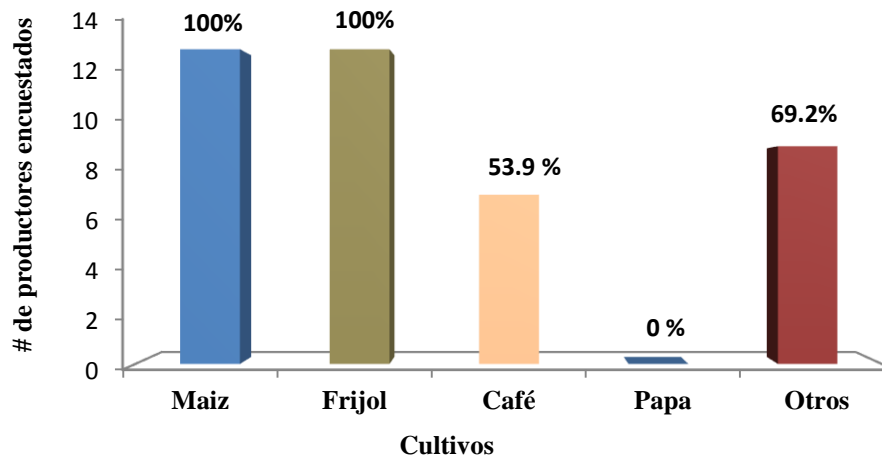
El método del cilindro biselado, siendo este procedimiento el más conocido y aceptado. Se aplica en la mayoría de los suelos agrícolas que presentan poca o ninguna pedregosidad interna que no son sueltos. Además, en suelos que no presentan abundante cantidad de raíces gruesas, como en el caso de suelos bajo bosques bien desarrollados. Las condiciones mencionadas anteriormente impiden, o por lo menos dificultan, la introducción del cilindro y la extracción de la muestra completa del suelo.

El método del cilindro biselado tenía un volumen de 81.43 cm<sup>3</sup>. Se realizó el muestreo en cada cultivo, tomando en cuenta que la vegetación que había en la superficie no fue tomada en cuenta a la hora de introducir el cilindro., luego se procedió al laboratorio del CIAT ubicado en el municipio de candelaria, Lempira, para ser pesado en la balanza y así obtener el peso del suelo húmedo, se mantuvo el suelo en el horno por 24 horas a una temperatura de 120 °C, seguidamente fue pesado para obtener el peso de suelo seco (Pss). Se realizaron dos pruebas para discutir los resultados una en el mes de julio antes de la época lluviosa, la otra en el mes de octubre después del periodo de lluvia.

## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Aplicación de encuestas

Las encuestas fueron aplicadas a todos los productores que se dedican a cultivar en lo que es el área de la microcuenca Cholunquez Gualcinse, Lempira. En total se aplicaron 13 encuestas porque son el total de familias que se dedican a lo que es la agricultura, de lo contrario se hubiese aplicado la fórmula que si es superior a 100 productores, se determinaría una media para calcular cuántos productores serian encuestados, De las cuales se discuten los resultados obtenidos.

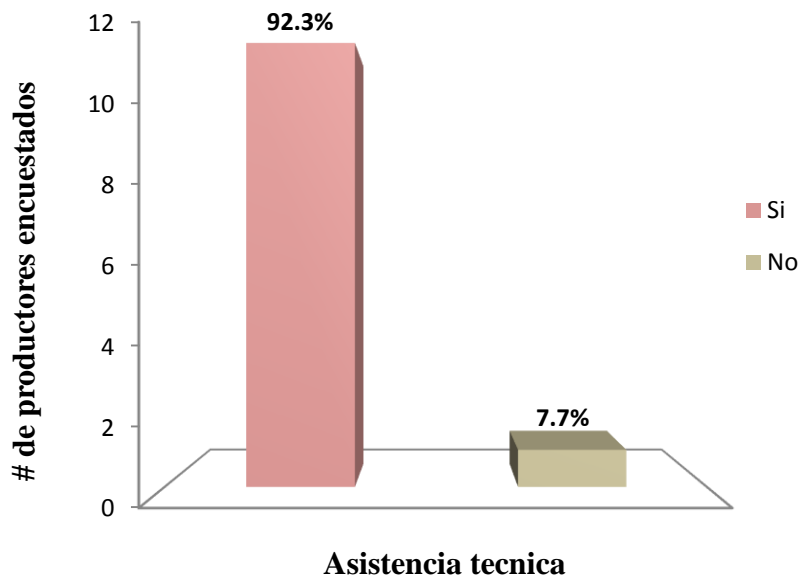


**Figura 3.** Que cultivos anuales siembran en la microcuenca

Como se puede observar en la figura 3, la mayoría de los productores se dedican a los cultivos de maíz y frijol que son los cultivos de subsistencia de la comunidad y a menor escala otros cultivos, tomando en cuenta que no cultivan una área superior a dos manzanas por cultivo, en síntesis todos estos cultivos tienen un gran impacto sobre la microcuenca Cholunquez, debido que antes de establecer el cultivo queman y talan, contribuyendo a la no existencia de vegetación y esto ayuda

a una mayor erosionabilidad de los suelos de la microcuenca.

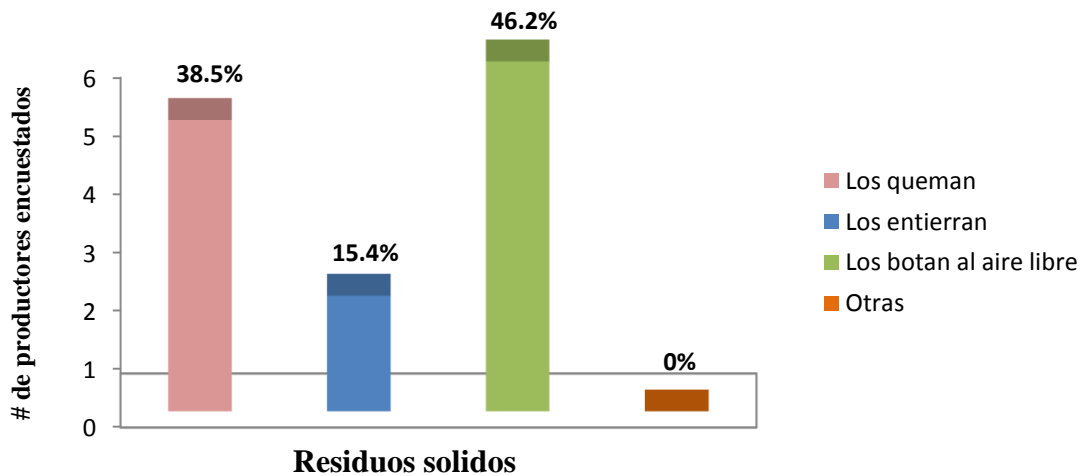
Según los resultados obtenidos, todos los productores de la comunidad hacen uso de plaguicidas cuando establecen cada cultivo, tomando en cuenta que los productores usan plaguicidas alrededor de 30 años atrás sin tener capacitaciones de ONGs sobre las consecuencias del mal uso plaguicidas. Ya que las aguas de escorrentía hacen uso de la gravedad y vienen a caer a la parte baja de la microcuenca, teniendo un impacto negativo a gran escala para las aguas de la microcuenca Cholunquez, inhibiendo que no pueden ser aguas para consumo humano porque los plaguicidas son altamente tóxicos.



**Figura 4.** Recibe asistencia técnica para optar a nuevas tecnologías

Según se observa en la figura 4, la mayoría de productores reciben asistencia técnica para optar a nuevas tecnologías como ser: Conservación de suelos, recuperación de suelos y mejoramiento de suelos, la cual contribuye al suelo para que haya una menor erosión y mayor cantidad de nutrientes disponibles para los cultivos. En general para la microcuenca para que el agua no drene directamente por escorrentía, si no que haya una mayor infiltración esto hace que el agua llegue menos contaminada.





**Figura 5.** Que hacen con los residuos solidos

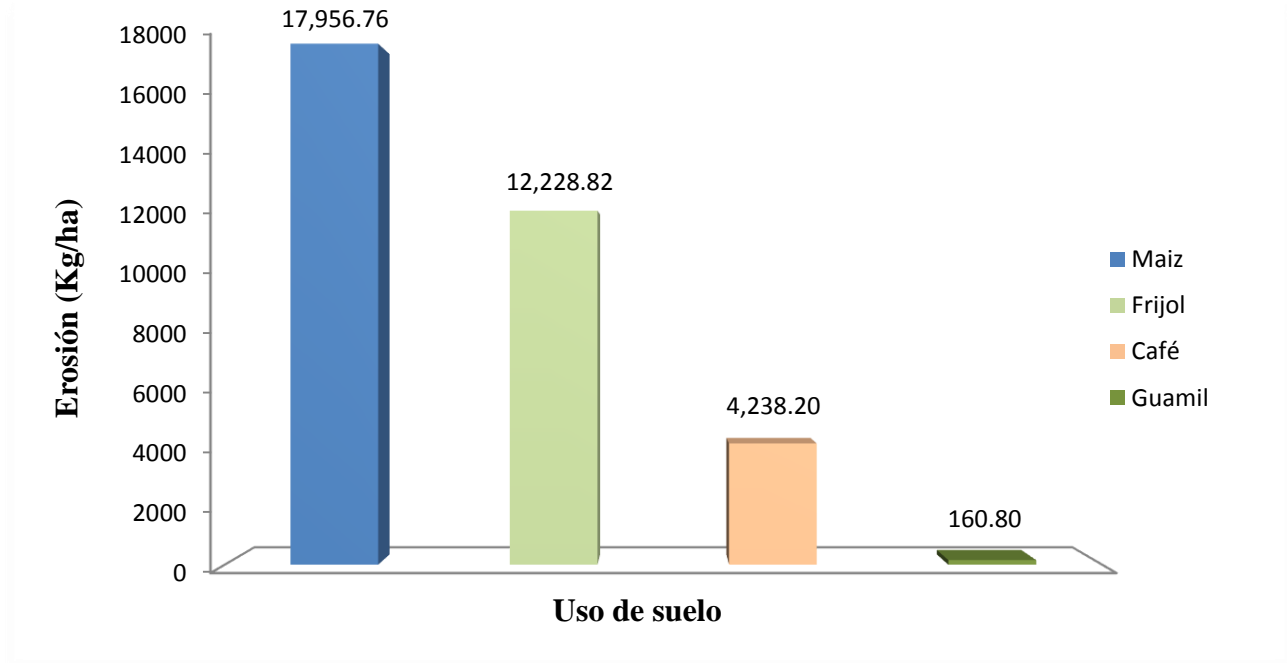
Como se puede observar en la figura 5, el mayor porcentaje de las familias encuestadas nos dan a conocer en los resultados obtenidos, que la mayoría botan los residuos sólidos al aire libre y otros los queman a todo esto contribuyendo al deterioro del ambiente por el humos que despiden la quema, y en general a la microcuenca porque todos estos residuos son arrastrados por escorrentía a las aguas de la misma contaminando la microcuenca de forma masiva, teniendo un menor porcentaje en la práctica de enterrar los residuos sólidos que es la más adecuada porque causa menos contaminación para la microcuenca

Según los resultados obtenidos todas las familias dejan drenar por efecto de la gravedad los residuos líquidos, teniendo un gran impacto sobre la microcuenca porque la están contaminando de forma rápida, estos residuos van a parar a la toma de la misma y desde ese momento esta agua de la microcuenca Cholunquez no es apta para consumo humano. La práctica que en realidad deberían de implementar no hacen uso ya que tienen gran eficacia lo que son las pilas de oxidación porque retienen todos los residuos líquidos que van impactar a la microcuenca.

## 5.2 Erosión hídrica

Los resultados de la erosión hídrica del suelo que se realizó en este estudio no se puede solo atribuir en su totalidad lo que son las aguas lluvias, hay que tomar en cuenta lo que es la erosión antrópica, debido a que los suelos de las laderas son bastante frágiles y cada vez que se entra a la parcela para realizar alguna actividad se mueven las partículas de suelo y se está contribuyendo a lo que la erosión de suelo ya que por efecto estas partículas son arrastradas por la gravedad, por eje; desde la siembre etc.

La erosión por escorrentía fue muestreada diariamente durante todo el periodo de investigación que se realizó desde los meses de julio a 30 de octubre. En el cual se observó y se calculó que en el que mayores pérdidas de la erosión hídrica de suelo fueron en el cultivo de maíz y teniendo en cuenta que en la que menos se erosiono fue en el tratamiento de guamil esto se lo atribuye a la mayor cantidad de materia orgánica, debido al dosel superior de los árboles y a la gran cantidad de hojarasca de los árboles, lo que permite disminuir la velocidad del agua lluvia y da lugar a que haya una mayor infiltración, por lo tanto la escorrentía va hacer menor al igual que la erosión del suelo. Y en esta parcela los aportes de erosión antrópica fueron nulas, el cual fue tomado como testigo.



**Figura 6.** Erosión de suelo por escorrentía Kg/ha.

El aumento de pérdida de suelo por escorrentía, en los tratamientos 1 y 2 (Maíz y Frijol, respectivamente) que tenían en común la práctica de quemar antes de establecer el cultivo (1 y 2), asumió que se debe a que las cenizas y materiales carbonizados aportados al suelo procedentes de la vegetación después de que esta es quemada, disminuyen la infiltración y el almacenamiento del agua en el suelo y al caer la lluvia no tiene una capa de amortiguamiento e impacta dando lugar al desprendimiento de partículas de suelo y al no poder el agua lluvia infiltrar entonces se forma la escorrentía que al encontrar partículas de suelo sueltas las arrastra por efectos de la gravedad, pendiente abajo provocando la pérdida de suelo por las parcelas de los productores de las laderas que son muchos en el país y sobre todo en la zona de la investigación (zona sur del departamento de Lempira).

Las laderas de los municipios del sur de Lempira, presentan suelos con una escasa profundidad y alta erosión. Y las normas de Hudson para los países en desarrollo establecen que la erosión tolerable para los suelos poco profundos de alta erosionabilidad es de 5 ton ha año (LUPE, 1998). Si se observa en la figura 6, los tratamientos 1 y 2 (Maíz y Frijol), presentan suelos de pérdidas

muy altas, estos valores son considerados muy nocivos, ya que han sobrepasado la erosión tolerable por lo que la vida útil de un suelo con este uso será bastante corta.

En el tratamiento de maíz es donde se observa que se dieron mayores pérdidas de suelo por erosión, ya que para establecer el cultivo se practica lo que es la quema, toda la parcela queda al descubierto sin ningún tipo de hojarasca o capa protectora del suelo como lo es la materia orgánica, y la parte foliar del cultivo no tiene un ancho de copa grande para poder retener los gotas de agua lluvia, para que estas no tengan un gran impacto en el suelo y ayude a inhibir lo que es la erosión de suelo por escorrentía.

En el tratamiento de guamil tomándolo como testigo, fue en el que menos erosión se observó debido a la alta vegetación de bosque latifoliado, y que el dosel superior detiene el impacto de las gotas del agua lluvia, el agua es escurrida lentamente hacia lo que es la superficie del suelo, y la hojarasca y sistemas radiculares de las diferentes especies de árboles atribuyendo para que haya una mejor infiltración de las aguas lluvias en el suelo.

### **5.3 Análisis de calidad de agua de la microcuenca**

#### **5.3.1 Análisis físico-químico**

**Cuadro 3.** Análisis físico-químico de la microcuenca Cholunquez

Determinación físico-químico	Resultado	Nivel permisible
pH	6.75	6.5 a 8.5
Nitratos	6.16 Mg/L	0 a 30 Mg/L
Turbidez	4 UNT	5 UNT
Grasas y aceites	49.6 Mg/L	10 Mg/L

#### **a) pH del agua de la microcuenca Cholunquez**

Según los respectivos análisis de agua colectada de la microcuenca Cholunquez Gualcinse, Lempira el pH oscila entre 6.75 este pH es normal ya que según el Ministerio de Salud Pública, la mayoría de las aguas naturales superficiales tienen valores entre 5.5 y 8.5.

Tiene como valor norma de consumo humano, pH que se encuentren en el rango de 6.5 a 8.5, se puede decir que estas aguas que salen de estas parcelas no representan ningún riesgo al momento de caer a la microcuenca porque según los respectivos análisis el pH con los resultados obtenidos están dentro del rango permitido para que sean aguas aptas para el consumo humano (Ministerio de Salud Pública 2005).

#### **b) Nitratos del agua de la microcuenca Cholunquez**

Tiene como valor norma para consumo humano, aquella que se encuentra con un contenido de nitratos dentro del rango del 0 a 30 Mg/L, (Ministerio de Salud Pública 2005), se puede decir que estas aguas son aptas para consumo humano, debido a los resultados obtenidos en los análisis que se encuentran en un rango de 6.16 Mg/L, el cual se analizó por el método de 4500-NO<sub>3</sub> E Colorimétrico. El contenido de nitratos al momento en que se realizó la recolección de las muestras para el análisis del agua pudo haber sido afectada por los fertilizantes utilizados en las parcelas.

Las concentraciones de nitratos en la microcuenca el cacao (Cotorro Cuba), presenta resultados con una media para el año 2005, menores de 1.23 Mg/L en el mes de abril (Sardinas Peña 2006).

#### **c) Turbidez del agua de la microcuenca Cholunquez**

La turbidez del agua de la microcuenca Cholunquez según los análisis el resultado es de 4 UNT según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 UNT, se puede decir que es un agua apta para consumo humano. Lo que se ve afectado es por la materia orgánica en suspensión y por las partículas de suelo (coloides en suspensión). La suspensión la puede ver por ejemplo, si se homogeniza el suelo con agua, el suelo no desaparecerá, si no que impedirá el paso de la luz a través del agua, según la cantidad de suelo que se haya agregado. Tal mezcla puede considerarse como una suspensión, cuya permanencia o estabilidad dependerá del tamaño y sedimentabilidad de las partículas de suelo (Departamento de Sanidad del estado de Nueva York 1976).

#### **d) Contenido de grasas y aceites en el agua de la microcuenca Cholunquez**

El contenido de grasas y aceites según los análisis obtenidos son muy elevados con 49.6 Mg/L, teniendo un valor en norma de 10 Mg/L en base al (Ministro de Salud Pública 2005). Todo esto es debido a que la comunidad no goza de proyectos de alcantarillado o pilas de oxidación, ya que los residuos líquidos vienen a impactar directamente a las aguas de la microcuenca Cholunquez Gualcinse, Lempira.

### **5.3.2 Análisis microbiológico**

**Cuadro 4.** Análisis microbiológico de la microcuenca Cholunquez

Determinación Microbiológica	Resultado	Norma
Coliformes totales	2,419 UFC/100 ml	0 UFC/ 100 ml
Coliformes fecales	332.5 UFC/ 100 ml	0 UFC/ 100 ml
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	290.9 UFC/100 ml	0 UFC/ 100 ml

#### **a) Coliformes totales**

Según los resultados obtenidos en los análisis presenta una gran cantidad coliformes totales mayor de 2,419 UFC/100 ml, teniendo un valor en norma de menor a 0 UFC/100 ml. En síntesis estas aguas de la microcuenca no son aptas para consumo humano, porque con solo una unidad formadora de colonias estas aguas son contaminadas según (Ministerio de Salud Pública 2005).

Las concentraciones de coliformes totales en la microcuenca el cacao (Cotorro Cuba), según los resultados, oscila en un rango de 2,200 UFC/100 ml, año 2005 en el mes de abril (Sardinas Peña 2006). En comparación con los resultados de la microcuenca Cholunquez son valores elevados, a todo esto se le atribuye que la microcuenca es zona productora de ganado y a la gran cantidad de fauna que hay en la misma.

#### **b) Coliformes fecales**

Como se puede observar en el cuadro 4, los resultados obtenidos en el análisis microbiológico, el total de coliformes totales es de 332.5 UFC/100 ml. Con valor en norma de 0 UFC/100 ml, esto es debido a los asentamientos humanos que hay en el área de la misma, lo más recomendable es que tengan proyectos de potabilizadoras de agua, de lo contrario esta agua no está apta para consumo humano.

En la estación Emisario (boquerón) de la Bahía de santa marta, en Colombia presenta resultados de coliformes fecales de 3,960.00 UFC/ 100 ml según (Ramos Ortega 2008). En comparación con la microcuenca Cholunquez tienen rangos elevados no permisibles según (Ministerio de Salud Pública 2005).

#### **c) Recuento de *Escherichia coli***

Como se observa en la tabla 4 los resultados de *Escherichia coli* son bastante elevados con un valor de 290.9 UFC/100 ml, Teniendo un valor en norma de 0 UFC/100 ml. Estas aguas no son aptas para consumo humano porque no tienen que haber unidades formadoras de colonias, ya que esta bacteria es causante de muchas enfermedades dañinas para el ser humano.

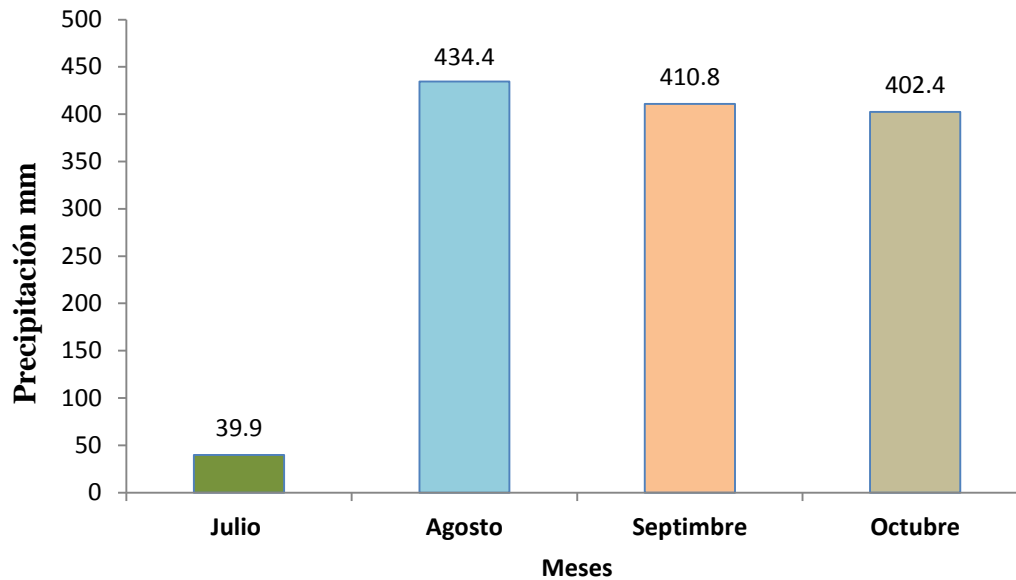
La USEPA primero indicó (USEPA 1984) que "utilizando el criterio existente de 200 bacterias de coliformes fecales por 100 ml, los niveles de riesgo de enfermedades gastrointestinales. La USEPA propuso que los futuros niveles de riesgo sean iguales a aquéllos actualmente aceptados para aguas dulces y marinas. Por lo tanto, las agua dulces con E. Coli/100 ml, no deben de exceder el rango de 126 UFC/100 ml.

#### **5.4 Precipitación**

La precipitación medida en este estudio representa en si la precipitación de los meses de julio, agosto, septiembre y octubre que fue el periodo establecido de la investigación, se estableció el pluviómetro con el objetivo de coleccionar toda el agua lluvia. Para así poder calcular cual es la precipitación total en toda el área de la microcuenca tomando en cuenta que el área de la misma es de 833.37 hectáreas.

Registro de precipitaciones de la microcuenca Cholunquez durante el periodo de investigación, la cual se dan los resultados coleccionados mensualmente.





**Figura 7.** Precipitación de la microcuenca Cholunquez durante el periodo de investigación.

Como se puede observar los meses que se determinó la precipitación son en la época de invierno, donde ocurre una mayor cantidad de agua lluvia. En la cual se calculó la cantidad de agua lluvia en litros, calculando un promedio de 338.81 Litros por metro cuadrado. Y el área total de la microcuenca, desde el parte aguas que consta de 833.7 hectáreas. El pluviómetro se ubicó en la parte media de la microcuenca a cielo abierto, donde no se encontraba ningún tipo de vegetación porque esto hace que las gotas de agua lluvia no fueran a dar al recolector rustico o pluviómetro, es por eso que los resultados obtenidos son bastante elevados.

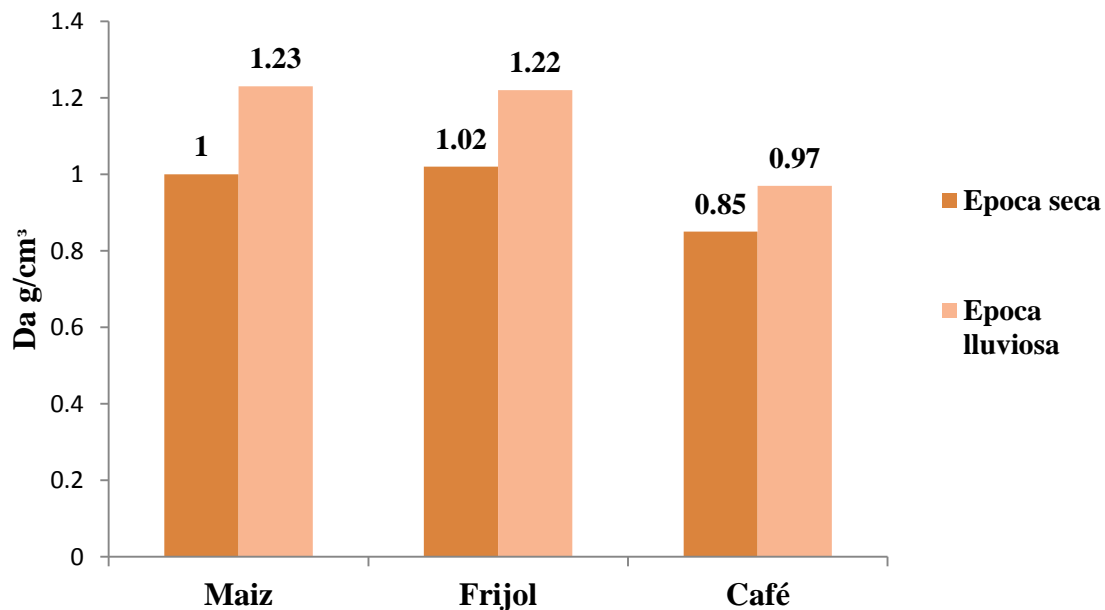
La precipitación histórica de la microcuenca según las estaciones meteorológicas presenta resultados de 1400 mm en el periodo de invierno según (Rivera Peña 2008).

## 5.5 Evaluación de la densidad aparente del suelo

La densidad aparente del suelo de la microcuenca Cholunquez, se determinaron nivel de campo.

### 5.5.1 Densidad aparente

Como se observa en la figura 2, las parcelas de maíz y frijol presentan valores altos de densidad aparente y muy similar entre sí, debido a que tanto la tala y quema afecta a lo que es la erosión de suelos y se van degradando los suelos, por el cual van quedando compactos, en cambio el cultivo de café se reconoce que está dentro de los sistemas agroforestales que tiene una densidad aparente de  $0.97 \text{ g/cm}^3$ . Estos valores determinados son considerados aceptables para lograr una excelente productividad en la agricultura. Valores de densidad aparente  $>1.4 \text{ g/cm}^3$ , son considerados críticos para la productividad (Amézquita 1998).



**Figura 8.** Resultados de densidad aparente (Época seca y Época lluviosa).

La densidad aparente sinónimo de compactación, como se puede observar en la figura 8, del análisis conjunto de densidad aparente se detectaron diferencias entre la época seca y época lluviosa, que son las épocas evaluadas, donde la época de invierno hay una mayor densidad aparente esto se le atribuye a lo que es la erosión de suelos.

Cuando no se encuentran capas compactadas, el horizonte enriquecido con arcilla eluviada (B2t) de Ultisoles y Alfisoles presenta un incremento de la densidad aparente. Los valores bajos de densidad aparente en Andisoles se relacionan con el origen del material parental y en el caso de los Vertisoles con la densidad de partículas de la fracción esmética dominante.

Los valores de  $D_a$  ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) en 9 órdenes de suelos del mundo oscilan entre 0,14-2,00. Los valores más bajos se encuentran en los Histosoles y Andisoles, mientras que los más elevados ocurren en Vertisoles. El ámbito de variación de  $D_a$  ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) en suelos minerales de Costa Rica oscila entre (0,53 y 2,00), Alvarado (2005).

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ En la parcela de Maíz y Frijol que tenían en común talar y quemar antes de establecer el cultivo representan las mayores pérdidas de suelo por erosión, (17,956.76 Kg/ha y 12,228.82 Kg/ha), lo que ha permitido comprobar que la práctica de implementar estos cultivos en laderas a cielo abierto es muy nocivo para los suelos. Teniendo en cuenta el de menor erosión como lo es el de guamil.
- ✓ En estas parcelas de maíz y frijol, sobrepasan las normas establecidas con respecto a la erosión de suelos tolerable para estas zonas, el cual es de 5 ton/ha/año y los resultados obtenidos en estas parcelas son de un promedio de 17.95 ton/ha y 12.22 ton/ha en tres meses y medio de los seis meses que está establecido que dura el periodo lluvioso en esta zona. En cambio la parcela de guamil es la que representa menos pérdida de en erosión de suelos es la que se puede decir que es la que está más amigable con el medio ambiente.
- ✓ La calidad de agua de la microcuenca según los resultados obtenidos por la FHIA (Fondo Hondureño de Investigación Agrícola), todos los parámetros analizados, nos dan a conocer que el agua de la microcuenca Cholunquez Tenango Gualcinse, Lempira no es apta para consumo humano según el reglamento del Ministerio de Salud Pública. Porque contiene altos contenidos de UFC (Unidades Formadoras de Colonias), en Recuento de *Escherichia coli*, coliformes fecales y coliformes totales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- ✓ Compartir los resultados obtenidos en esta investigación con los productores de la comunidad, más que todo a los propietarios de las parcelas, para que se den cuenta lo que contrarresta la erosión de suelos con respecto a los nutrientes disponibles en el suelo.
- ✓ Poner en práctica nuevas tecnologías como ser sistemas agroforestales para que ayuden a evitar que las gotas de agua lluvia impacten directamente a lo que es la capa protectora del suelo, y así tener un menor porcentaje de lo que es la erosión de suelos. Con esto hace que haya una mayor vegetación para la microcuenca la cual favorece a la misma.
- ✓ Organizar a los productores para que pueda existir un plan de manejo para la microcuenca y así tener una menor contaminación del agua, respecto a los diferentes componentes que pueden contaminar a la misma, como ser el uso de agroquímicos y aguas mieles etc.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

BUOL, S. W.; F. D. HOLE; R. J. McCRAKEN. and R. J. SOUTHARD. 1997. Soil Genesis and Classification. 4ª. Ed. Iowa State University Press. Iowa U. S. A. 527 p.

Carter, M.R., Gregorich, E.G., Anderson, D.W., Doran, J.W., Janzen, H.H. y Pierce, F.J. 1997. Concepts of soil quality and their significance. En Soil quality for crop production and ecosystem health (eds. Gregorich, E.G. y Carter, M.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands.

Castillo Castellón, A. Diagnostico Biofísico, Socioeconómico, Ambiental y su incidencia al cambio climático en la microcuenca del Rio la Estancia, Olancho. Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho, Hond. Universidad Nacional de Agricultura. 77 p.

Departamento de los Estados Unidos. 1995. Agua: Su aprovechamiento en la agricultura. Meza Nieto, J. Segunda Edición. México. United States Dapartament. 813p.

Departamento de sanidad del estado de New York, US. 1976. Manual de tratamientos de aguas. Trad. RG Torres. 4 ed. LIMUSA. p. 69

El pH del agua. 2004 (en línea). Consultado el 9 de Mayo del 2012. Disponible en [http://www.oznet.ksu.edu/kswater/wt\\_ph\\_SPan.htm](http://www.oznet.ksu.edu/kswater/wt_ph_SPan.htm)

HILLEL, D. 1998. Environmental soil physics. Academic Press. San Diego. U.S.A. 771 p.

HILLEL, D. 1998. Environmental soil physics. Academic Press. San Diego. 771 p.

Ibarra, M. s.f. Evaluación de la erosión hídrica bajo tres tipos de cubierta arbórea en la cordillera

de nauldehuta. Santiago, Chile, Universidad de Chile. 14 p.

Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. y Schuman, G.E. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society of America J. 61: 4-10.

LUPE (Proyecto de mejoramiento del uso y productividad de la tierra, HN). 1998. Manual de manejo de suelos en ladera. Honduras. p.17

Mancomunidad, SOL. 2012. Fortalecimiento de capacidades organizativas en los municipios del sur del Sur-Oeste de Lempira (En línea) Consultado el 25 de mayo del 2012. Disponible en: <http://mancosol-hn.galeon.com/>.

MICROSOFT CORPORATION. 2005. Biblioteca de consulta encarta 2006. (Programa de cómputo) Redmond, WA. 4 discos compactos, 8mm.

Morales Molina, D. 2010. Caracterización básica de siete microcuencas y determinación de zonas con potencial para reservorios en el municipio de Tómalá, Lempira. Lic. RecNat y Ambiente. Catacamas Olancho Hond. Universidad Nacional de agricultura. 53 p.

Núñez, Solís, J. 2001. Manejo y conservación de suelos. San José, CR. EUNED. p 112

Pineda Gonzales, MR. 2006. Evaluación de la erosión de suelos y la calidad de agua de escorrentía en el sistema agroforestal quesungual en laderas. Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho Hond. Universidad Nacional de Agricultura. 52 p.

Prada, A. s.f. Fundamentos para la evaluación del estado, el trabajo de recuperación y protección

realizado en una microcuenca hidrográfica (En línea). Consultado el 18 de mayo del 2012 en: <http://apramat.iespana.es/MANEJO%20DE%20AGUAS/CAUDAL%20Y%20CARGA%20CONTAMINANTE.pdf>.

Romig, D.E., Garlynd, M.J., Harris, R.F. y McSweeney, K. 1995. How farmers assess soil health and quality. *J. Soil Water Conservation* 50: 229-236.

Shaxson, F. 2000. Nuevos conceptos y enfoques para el manejo de suelos en los trópicos con énfasis en zonas de ladera. Roma, IT. FAO. P. 23-24.

Tayupanta, J. 1993. La Erosión hídrica: procesos, factores y formas. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Boletín Divulgativo No. 229. Quito Ecuador. 12pp.

Tayupanta, J. y Córdova, J. 1990. Algunas alternativas agronómicas y mecánicas para evitar la pérdida de suelo. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Publicación miscelánea No. 54. Quito Ecuador. 40pp.

Turbidez del agua. 2005 (en línea). Consultado el 9 de Mayo de 2012. Disponible en <http://www.lenntech.com/espanol/Turbidez.htm>

USDA (Departamento of Agricultura, US). 1972. Relación entre planta-suelo-agua. Trad, E Ávila. México. DIANA. P.8

Whorthen, EL. 1959. Suelos agrícolas: Su conservación y fertilización. Loma, JL. Segunda edición. México. UTEHA (Unión Tipográfica Editorial Hispano-América). 416 p.



## IX. ANEXOS

### Anexo.1 Levantamiento de encuestas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA  
UNA



Preguntas orientadas a la población de la comunidad

#### I. DATOS GENERALES

Nombre del encuestado \_\_\_\_\_

# De boleta: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Sexo: F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

#### II. COMPOSICION FAMILIAR

2.1 Cuantas personas viven en su hogar \_\_\_\_\_

#### III QUE CULTIVOS ANUALES SIEMBRAN

3.1 Frijol \_\_\_\_\_

3.2 Maíz \_\_\_\_\_

3.3 Café \_\_\_\_\_

3.4 Papa \_\_\_\_\_

3.5 Otros \_\_\_\_\_

3.6 Han usado plaguicidas en los cultivos agrícolas: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.7 Hace cuantos años utilizan plaguicidas en los cultivos agrícolas.

- 40 años \_\_\_\_\_

- 20 años \_\_\_\_\_

- 10 años \_\_\_\_\_

- 5 años \_\_\_\_\_

- Hasta este año \_\_\_\_\_

3.8 Reciben capacitaciones sobre las consecuencias del uso de plaguicidas. Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.9 En caso de recibir capacitaciones que ONGs se las imparten \_\_\_\_\_

3.8 Que hacen con los residuos sólidos y líquidos que salen de su hogar

## V ASISTENCIA TECNICA

Que prácticas culturales usan en sus cultivos

---

---

---

---

5.2 Recibe asistencia técnica para optar a nuevas tecnología Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

En caso de optar nuevas tecnologías

5.2.1 Conservación de suelos \_\_\_\_\_

5.2.2 Recuperación de suelos \_\_\_\_\_

5.2.3 Mejoramiento de suelos \_\_\_\_\_

5.2.3 Otras \_\_\_\_\_ Cuales \_\_\_\_\_

---

## VI CONSUMO FAMILIAR

### 6.1 Tabla. Consumo familiar

Producto	Origen
Maíz	
Frijol	
Papa	
Café	
Tomate	
Carne de pollo	
Carne de res	
Huevos	
Otros	

## VII RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS

7.1 Que hacen los residuos sólidos:

7.1.1 los queman \_\_\_\_\_

7.1.2 los entierran \_\_\_\_\_

7.1.3 los botan al aire libre \_\_\_\_\_

7.1.4 otras

7.2 Que hacen los residuos líquidos

7.2.1 Tienen pilas de oxidación \_\_\_\_\_

7.2.2 Las dejan correr, por efecto de gravedad \_\_\_\_\_

**Anexo 2** Parcela experimental de erosión de suelos de 1 m ancho por 3 m de largo



**Figura 9.** Parcela de erosión de suelos por escorrentía.

**Anexo3** Análisis de calidad de agua

<b><u>Determinación Física</u></b>	<b><u>Resultado</u></b>	<b><u>Norma</u></b>	<b><u>Método</u></b>
pH	6.75	6.5-8.5	4500-HB Potenciométrico
Conductividad Eléctrica	65.30 $\mu$ s/cm	400 $\mu$ s/cm	2510B Conductímetro
Total Sólidos Disueltos	41.80 mg/l	1000 mg/l	2540G
<b><u>Determinación Química</u></b>			
Alcalinidad	24.0 mg/l	--	2320B Titulación H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Sodio (Na)	5.72 mg/l	25-200 mg/l	3500-NaB Absorción atómica
Potasio (K)	1.30 mg/l	10 mg/l max	3500-KB Absorción atómica
Calcio (Ca)	1.97 mg/l	100 mg/l CaCo	3500-CaB Absorción atómica
Magnesio (Mg)	0.82 mg/l	30-50 mg/l CaCo <sub>3</sub>	3500-MgB Absorción atómica
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	1.47 mg/l	25-250 mg/l Cl	4500-CIB Argentométrico
Hierro (Fe)	0.16 mg/l	0.3 mg/l max	3500-FeB Absorción atómica
Manganeso (Mn)	<0.01 mg/l	0.01-	3500-MnB Absorción atómica
Cobre (Cu)	<0.015 mg/l	1.0-2.0 mg/l	3500-CuB Absorción atómica
Zinc (Zn)	<0.005 mg/l	3.0 mg/l max	3500-ZnB Absorción atómica
Dureza total	15.12 mg/l	400 mg/l CaCo	2340C

<b>Determinación Química</b>	<b>Resultado</b>	<b>Norma</b>	<b>Método</b>
Sulfatos(SO <sub>4</sub> )	0.11 mg/l	25-250 mg/l	4500-
Nitritos(NO <sub>2</sub> )	0.016 mg/l	0.1-3.0 mg/l	4500-
Nitratos(NO <sub>3</sub> )	6.16 mg/l	25-50 mg/l	4500-
Nitrógeno	0.051 mg/l	0.05-0.5 mg/l	4500-
Nitrógeno Total Kjeldahl	5.79 mg/l	30 mg/l	4500-NC
Sílica(SiO <sub>2</sub> )	10.5 mg/l	--	4500-SiO <sub>2</sub>
Turbidez	4 UNT	1-	2130B
Grasas y Aceites	49.6 mg/l	10 mg/l	5520-D
Sólidos totales	130 mg/l	--	2540B
Sólidos	3 mg/l	--	2540D
Sólidos Disueltos volátiles	79 mg/l	--	2540D
Sólidos Sedimentales	1 mg/l	--	2540B
Fósforo total(PO <sub>4</sub> )	15.72 mg/l	15.34 mg/l	4500-PD
Fluoruros(F <sup>-</sup> )	0.18 mg/l	0.7-1.5 mg/l	4500-
Color Aparente	22 mg/l(Pt-	-	2120CSTM
Color Verdadero	4 mg/l(Pt-	1-15 mg/l(Pt-	2120CSTM
Cianuro libre(CN)	0.003 mg/l	0.07 mg/l	4500CN-E
Boro(B)	0.05 mg/l	--	4500-BC
Cromo	Pendiente	-	-
*Coliformes Totales	>2,419 UFC/100m	0 UFC/100m	9222-B
*Coliformes Fecales	332.5 UFC/100m	0 UFC/100ml	9222-D
*Recuento de	290.9 UFC/100m	0 UFC/100ml	9223-B

#### **Anexo 4.** Determinación de la densidad aparente del suelo

##### **Procedimiento:**

- Se introduce el cilindro en la porción del suelo que se desea muestrear. Si la muestra se requiere de la parte superficial del suelo, el cilindro se introduce verticalmente; si se desea hacer un muestreo de todo el suelo debe prepararse un perfil, determinar los horizontes que posee y en la parte central o en varios puntos de cada uno de ellos, dependiendo de la precisión buscada, se introduce el cilindro horizontalmente. En cualquiera de los casos debe tenerse la precaución de introducir completamente el cilindro y hacerlo de forma que se disturbe lo menos posible la muestra.
- Se retira el cilindro lleno con suelo, se enrasan sus bordes con una navaja, se coloca en una bolsa plástica y se sella, para traerlo al laboratorio. Si se requiere tomar un elevado número

de muestras no es necesario utilizar un cilindro diferente para cada una de ellas; la muestra de suelo puede retirarse del cilindro en el campo y empacarse sola en la bolsa para reutilizar el cilindro con otras muestras. Identificar muy bien el cilindro que se utilice con cada muestra para evitar errores en el volumen que le corresponde para los cálculos.

- Se coloca el cilindro con la muestra de suelo a secar en horno a 105 °C, durante 24 a 36 horas, al cabo de las cuales se retira el conjunto del horno, se deja enfriar y se pesa (Pt).
- Se retira el suelo del cilindro y se pesa éste (Pc). Además, al cilindro se le toman las medidas de su longitud (h) y de su diámetro interno (d), con las cuales se calcula el volumen de éste (Vc), utilizando la Fórmula.

$$V_c = \frac{\pi d^2 h}{4} = \pi r^2 h$$

- Se calcula la densidad aparente (Da), utilizando la Fórmula.

$$D_a = \frac{P_{ss}}{V_c}$$

Dónde: Da: densidad aparente: Mg m<sup>3</sup>.

Pss: peso del suelo seco en el horno: = Pt – Pc: g.

Vc: volumen del cilindro: cm<sup>3</sup>.

Los resultados que se obtengan pueden consignarse en un formulario.

**Cuadro 5.** Precipitación del mes de julio

<b># de lectura</b>	<b>Fecha real de prec.</b>	<b>Precipitación diaria (mm)</b>
1	15	3.50
2	16	0
3	17	0
4	18	1.80
5	19	4.1
6	20	2
7	21	0
8	22	0
9	23	0.9
10	24	0.20
11	25	0
12	26	0
13	27	0
14	28	0.20
15	29	0.40
16	30	24
17	31	2
<b>Total</b>		<b>39.9 mm</b>

**Cuadro 6.** Precipitación del mes de Agosto

<b># de lectura</b>	<b>Fecha real de prec.</b>	<b>Precipitación diaria (mm)</b>
18	1	32
19	2	15
20	3	8.60
21	4	4.60
22	5	0
23	6	0.40
24	7	17
25	8	7.60
26	9	13.40
27	10	13
28	11	3
29	12	15
30	13	0
31	14	11
32	15	15.20
33	16	5.40
34	17	3
35	18	2.40
36	19	0.40
37	20	107.40
38	21	54.80
39	22	0
40	23	8
41	24	0.40
42	25	0.40
43	26	30.40
44	27	23.20



45	28	18
46	29	10.60
47	30	8.20
48	31	6
<b>Total.....</b>		<b>434.4 mm</b>

**Cuadro 7.** Precipitación del mes de Septiembre

<b># de lectura</b>	<b>Fecha real de prec.</b>	<b>Precipitación diaria (mm)</b>
49	1	0.80
50	2	1.40
51	3	0.20
52	4	4.40
53	5	6.40
54	6	59
55	7	20.20
56	8	21.20
57	9	15.20
58	10	3.40
59	11	0.40
60	12	0
61	13	0.80
62	14	0.40
63	15	1
64	16	11.40
65	17	1.20
66	18	0
67	19	12.60

68	20	10.60
69	21	57.80
70	22	4.40
71	23	1.60
72	24	23.60
73	25	3.40
74	26	18
75	27	47.20
76	28	1.60
77	29	8.20
78	30	6.40
<b>Total</b>		<b>410.8 mm</b>

**Cuadro 8.** Precipitación del mes de Octubre

<b># de lectura</b>	<b>Fecha real de prec.</b>	<b>Precipitación diaria (mm)</b>
79	1	21.80
80	2	32.80
81	3	58.20
82	4	27
83	5	18
84	6	56.60
85	7	47
86	8	33.60
87	9	3.20
088	10	0.40
89	11	0

90	12	40.20
91	13	0
92	14	0
93	15	2.80
94	16	1
95	17	20
96	18	14.40
97	19	2.40
98	20	10.20
99	21	8.80
100	22	1.60
101	23	1.40
102	24	0.60
103	25	0.40
104	26	0
105	27	0
106	28	0
107	29	0
108	30	0
<b>Total</b>		<b>402.4 mm</b>