

Estudio de línea base de suelos en un sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

presentado por

Luis Ernesto García Puentes

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2001

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas y jurídicas se reservan los derechos de autor.

Luis Ernesto García P.

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2001

Estudio de línea base de suelos en un sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, Honduras

Presentado por
Luis Ernesto García Puentes

Aprobada

Luis Caballero, M.Sc.
Asesor Principal

Peter Doyle, M.Sc.
Coordinador de la Carrera
de Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

Ana Margoth Andrews, Ph.D..
Asesora

Antonio Flores, Ph.D.
Decano

Marco Granadino, M.Sc.
Asesor

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director General

George Pilz, Ph.D.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por haber permitido que este su siervo llegue a donde está.

A mi madre, padre y hermanos, porque es por ellos que vale mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen María por darme la fuerza, el valor y el entendimiento para poder hacer posible este objetivo en mi vida.

A mis padres, Luis García y Rosa de García, a mis hermanos Ana Milagro y Alex Rubén, por el amor que me ha acompañado y brindado; gracias por todos estos años de comprensión.

A mis tíos, con especial cariño a Ana María por ser como mi segunda mamá, gracias por apoyarme en todo.

A mis abuelos, muy en especial a mi abuela Ana Francisca, gracias por su apoyo y fe en mí.

A mis primos, Stanley, Paty, Karla, José, Isis, Nancy, por siempre estar conmigo en todo momento.

A mis asesores Luis Caballero, Marco Granadino y Ana Margoth Andrews, con mucho cariño y respeto, gracias por toda la paciencia que han tenido conmigo.

Al Ing. Marco Tulio Trejo, por sus sabios consejos, ayuda y también por su amistad, sinceramente gracias.

Agradezco a Braulio Triguero y Jhonny Garrido por su gran apoyo como miembros del Proyecto en Güinope y también a Reynerio Barahona, sin su ayuda poco hubiera sido posible.

A Max Rolando Chávez (Q.D.D.G.), por ser un amigo incomparable y un ejemplo a seguir.

A mis colegas y amigos, Douglas, Mario, Rodrigo, Carlos Humberto, Lenin, Joel, Víctor, Luis Alberto, Felipe, Verónica, María José, Francisco (Q.D.D.G.) con el más sincero aprecio.

A Mauricio, Rómulo, Peter, Elisa, Fernando y Ana G. por su amistad y ayuda a lo largo de este año, gracias por ser como mis hermanos.

A mis amigos de Barrios: Leonel, Carlos Enrique, José Mauricio, Raúl Ernesto, José Marín, Rodolfo, Deyvi, René y Rigo, con un aprecio enorme por ser con quienes compartí mi vida de monitor.

A todos aquellos que no mencioné en este momento, y que en algún momento me dieron la mano.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a INSAFORP y RAPACO, por el financiamiento para mis estudios del Programa Agrónomo.

Agradezco al proyecto de Rehabilitación y Manejo de la Cuenca Alta del río Choluteca, por haber contribuido financieramente para la realización de mis estudios de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a la Decanatura Académica por permitirme ser monitor y recibir ayuda financiera para continuar en mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a mis padres y tíos, por el esfuerzo que han realizado para que yo pudiera continuar mis estudios de Ingeniería Agronómica.

RESUMEN

García Puentes, Luis Ernesto. 2001. Estudio de línea base de suelos en un sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 59 p.

En la microcuenca de El Zapotillo se quiere realizar un monitoreo de los cambios a largo plazo en el balance hídrico y de nutrientes, a través de prácticas de conservación de suelos. Para esto era necesario establecer una línea base de las condiciones físicas y químicas del suelo. El objetivo del estudio fue determinar las características biofísicas y socioeconómicas en un sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, diferenciando los usos, tenencias y coberturas, caracterizar las condiciones físicas, químicas y biológicas actuales de los suelos y caracterizar los aspectos socioeconómicos de los productores y sus familias. El estudio biofísico se realizó utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). El estudio de suelos fue elaborado en el campo por medio de una estratificación por elevación y con puntos de muestreo al azar donde se describió las calicatas y con análisis químicos en el laboratorio. El estudio socioeconómico se realizó con encuestas y entrevistas a los productores. Los resultados de la georeferenciación demostraron que el área del sitio de referencia es de 12.3 ha en las cuales hay seis productores con cultivos de maíz, café, banano y hortalizas; pero con más del 50% del área en descanso y remanentes de bosque. Las características físicas y químicas mostraron que la base de los suelos está conformada de basaltos del cuaternario, la capacidad de uso del suelo fue en su mayoría de tipo VI según la clasificación de USDA. El estudio socioeconómico determinó que las familias del sitio, comparadas con las familias de la microcuenca, son similares en edad, número de miembros, educación, sistemas de cultivo y actitud hacia el financiamiento. Sin embargo, varían por tenencia de tierra, comparados con los productores de la microcuenca. Estos datos servirán para monitorear los cambios en el tiempo de los suelos de El Zapotillo y como referencias para otras cuencas.

Palabras claves: Calicatas, estudio socioeconómico, georeferenciación, uso de la tierra.

NOTA DE PRENSA

ANÁLISIS DE SUELOS EN GÜINOPE CREA BASES PARA FUTUROS ESTUDIOS

En muchos lugares de Honduras y el mundo, el avance de la agricultura ha destruido los recursos naturales cuya consecuencia ha sido la pérdida de la capacidad productora de agua de las microcuencas. La microcuenca de El Zapotillo corresponde a una de las cuatro que abastecen a la comunidad de Güinope de agua; de allí la importancia de comenzar a dar un buen manejo a las zonas de recarga para poder mantener el recurso agua perdurable para el abastecimiento de dicha comunidad.

En la microcuenca de El Zapotillo, en la comunidad de Güinope durante el presente año, Zamorano realizó un estudio de las características del suelo que servirán de base en el futuro, para realizar estudios de monitoreo y evaluación de los cambios en las condiciones físicas y químicas del agua a través de los suelos.

El estudio consistió en la elaboración de mapas que dieron a conocer el área total del sitio de referencia, las pendientes y los cultivos que existen en el área. También se excavaron calicatas que junto a los análisis de laboratorio, revelaron que los suelos son similares en profundidad y características físicas y químicas en todo el sitio de referencia.

Profundizar en estudios relativos al agua y la concientización de los participantes de la microcuenca son las acciones que se deben realizar a corto plazo, para poder hacer un uso adecuado de las tierras y proteger las fuentes de agua de la comunidad.

Licda. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de cuadros.....	xi
	Índice de figuras.....	xii
	Índice de anexos.....	xiii
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo general.....	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	2
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	CONCEPTO DE CUENCA HIDROGRÁFICA.....	3
2.1.1	Divisiones de una cuenca hidrográfica.....	3
2.2	CONCEPTOS DE SUELOS.....	4
2.2.1	Definición de suelos.....	4
2.2.2	Calicata.....	4
2.2.3	Perfil.....	4
2.2.4	Color.....	4
2.2.5	Textura de suelos.....	5
2.2.6	Estructura.....	5
2.2.7	Reacción de suelos.....	5
2.2.8	Nutrientes del suelo.....	6
2.2.9	Densidad aparente.....	6
2.2.10	Estabilidad de los agregados.....	6
2.2.11	Materia orgánica.....	6
2.3	CLASIFICACIÓN EN EL USO DE LA TIERRA.....	7
2.3.1	Sistema USDA.....	7
2.4	DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO.....	8
2.5	TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO Y ANÁLISIS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	8
2.5.1	Sistemas de información geográfica (SIG).....	8
2.5.2	Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).....	9

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y LOS PARTICIPANTES.....	10
3.2	CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE REFERENCIA	10
3.3	CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	10
3.4	CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE REFERENCIA.....	11
3.4.1	Mapa de microdrenajes.....	11
3.4.2	Elaboración del mapa de tenencia de la tierra.....	11
3.4.3	Mapa de uso de la tierra.....	11
3.5	ESTUDIO DE SUELOS.....	11
3.5.1	Determinación de los sitios para realizar los muestreos.....	11
3.5.2	Análisis de laboratorio.....	13
3.5.3	Estabilidad de los agregados.....	13
3.6	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.....	14
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1	CARACTERIZACIÓN DEL SITIO.....	15
4.1.1	Área del sitio de referencia.....	15
4.1.2	Tenencia de la tierra.....	15
4.1.3	Uso actual de la tierra.....	18
4.2	ESTUDIO DE SUELOS.....	20
4.2.1	Descripción de los perfiles.....	20
4.2.2	Densidad aparente.....	33
4.2.3	Tasa de estabilidad.....	33
4.2.4	Materia orgánica.....	34
4.2.5	Reacción del suelo.....	35
4.2.6	Nutrientes del suelo.....	36
4.3	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.....	37
4.3.1	Composición familiar.....	37
4.3.2	Educación.....	37
4.3.3	Distribución de edades.....	38
4.3.4	Ocupación.....	38
4.3.5	Participación.....	38
4.3.6	Capital físico.....	39
4.3.7	Cultivos.....	39
4.3.8	Costos de producción.....	40
4.3.9	Producción.....	40
4.3.10	Tecnología.....	40
4.3.11	Capital ambiental.....	41
4.3.12	Financiamiento.....	41
5.	CONCLUSIONES	42
6.	RECOMENDACIONES	43
7.	BIBLIOGRAFÍA	44
8.	ANEXOS	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Procedimientos realizados en el Laboratorio de Suelos, Zamorano, Honduras. 2001.....	13
2.	Uso actual de la tierra, sitio de referencia microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2001.....	20
3.	Porcentajes de materia orgánica y densidad aparente por punto de muestreo, El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	33
4.	Porcentaje de estabilidad de los agregados por horizonte y por punto de muestreo, El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	34
5.	Comparación de las características del capital físico de los productores del sitio de referencia contra los productores de comparación de la microcuenca El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	39
6.	Comparación de costos por cultivo entre los productores del sitio de referencia y los de comparación, El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Mapa del área de los 3 microdrenajes del sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	16
2.	Mapa de tenencia de la tierra en el sitio de referencia, microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2001.....	17
3.	Mapa de los usos de la tierra en los microdrenajes del sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	19
4.	Mapa de ubicación de las calicatas en el sitio de referencia de la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	21
5.	Comparación de la materia orgánica entre horizontes y puntos de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	35
6.	Comparación del pH entre horizontes y puntos de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	35
7.	Comparación del nitrógeno por horizonte y punto de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	36
8.	Comparación del fósforo disponible por horizonte y por punto de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El paraíso, Honduras. 2001.....	36
9.	Comparación del potasio extractable entre horizontes y punto de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.....	37

INDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Análisis del Laboratorio de Suelos.....	47
2.	Resultados de la correlación en SAS.....	49
3.	Tabulación de las encuestas al grupo de línea base.....	50
4.	Tabulación de las encuestas al grupo de comparación.....	55

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la conservación de los recursos naturales es uno de los temas que más controversias generan, ya que directamente afecta aspectos económicos, ambientales, sociales y políticos.

En el ámbito mundial el hombre destruye estos recursos a un ritmo acelerado, producto de ello la recuperación de las reservas de recursos se ve coartada. Pero si bien es cierto que se destruyen estos recursos, se debe disponer de ellos para solventar las necesidades de la población humana que crece a una velocidad también acelerada, y que demanda por recursos para su existencia.

La mayor disposición de los recursos de los cuales se depende actualmente para que exista desarrollo son las montañas; por tal se reconoce que “las montañas son ecosistemas frágiles que tienen una importancia mundial: son las cisternas de agua de la tierra, depósitos de rica diversidad biológica, metas populares para el recreo y el turismo, áreas de herencia relevante” (Watnunc, 2000), determinando entonces que las presiones sobre estos ecosistemas frágiles son mayores, mucho más si de ellos depende la provisión de agua en asentamientos en partes bajas. En los últimos 50 años la población se ha duplicado, y el consumo del agua se ha cuadruplicado (Meyer, 2000), dependiendo para ello de agua y alimentos, que en Latinoamérica son muchas veces proveídos por sistemas de montañas. El desarrollo de América Latina está asociado primordialmente al crecimiento de la agricultura, basado en el mejor y mayor uso sostenido de tres recursos: agua, suelo y bosque; lo que según su distribución espacial y por la heterogeneidad de calidad influyen significativamente en el incremento o disminución de la productividad de la tierra de los países (Faustino, 1987).

En Honduras, de las 11.2 millones de hectáreas que forman su territorio, el 82% son terrenos con topografía irregular, con laderas que sobrepasan el 10% de pendiente. Asimismo las causas fundamentales de la deforestación son: el maderero indiscriminatorio por parte de aserraderos, la extracción de leña para satisfacer las necesidades de la población y la expansión de la frontera agrícola para la producción (AGRICULTURA SOSTENIBLE EN LADERAS, 1996). El grado de aprovechamiento de las tierras es relativamente bajo y su uso contradictorio, ya que solo un tercio de la tierra clasificada como adecuado para cultivos anuales se utiliza para esto; sin embargo, la mayor parte de la tierra que se utiliza para cultivos anuales es clasificada de vocación forestal o de zona de exclusión para producción de agua (AGENDA AMBIENTAL DE HONDURAS, s.f.).

Debido a estos conflictos de uso de las laderas de vocación forestal y fuente importante de agua se hacen necesarios estudios que den a conocer las condiciones que existen en estas laderas y el impacto que se da sobre el recurso agua. Por esto se ha seleccionado la microcuenca de El Zapotillo que corresponde a una de las cuatro que abastece de agua a la comunidad de Güinope, El Paraíso, para investigar los impactos que se derivan sobre las fuentes de agua por efecto de los suelos y manejo, de tal

manera que cuando se analizan los factores que inciden en la microcuenca se deben hacer en conjunto para obtener la información global e interrelacionada, de tal manera que se obtenga información relevante. Esta microcuenca servirá de sitio de referencia y se encuentra con una variedad de cultivos y áreas de descanso en pastos y guamil, áreas con uso forestal y posee fuertes pendientes.

La importancia de este estudio se basa en valorizar los impactos del manejo de suelo al nivel de microcuenca. Para hacer esto, es necesario establecer una línea base de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y su efecto en el balance hídrico en un sitio de referencia. Además, el propósito fue el de mejorar el entendimiento de los efectos del cambio en el uso de la tierra en el balance nutricional e hídrico de los suelos, así monitorear los cambios en el tiempo; y establecer los principios para luego realizar planes de manejo de cuenca, socioeconómicos y ambientales y a partir de estos, formar un plan de trabajo que incluya un sistema de pagos por servicios ambientales. Como justificación final de este estudio está el apoyar un modelo de manejo sostenible de la cuenca.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Determinar las características biofísicas y socioeconómicas en tres microdrenajes en un sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, Departamento de El Paraíso, que servirá de sitio de referencia para estudios a largo plazo.

1.1.2 Objetivos específicos

- I. Identificar y diferenciar los usos, tenencias y coberturas que actualmente se encuentran en los microdrenajes.
- II. Caracterizar las condiciones físicas y químicas actuales de los suelos del sitio de referencia con distintos usos de la tierra.
- III. Caracterizar los aspectos socioeconómicos de los productores y sus familias en el sitio de referencia.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONCEPTO DE CUENCA HIDROGRÁFICA

A lo largo de los años, desde que se ha comenzado a hablar de cuencas se han tenido distintos enfoques para el de una cuenca hidrográfica, desde un punto de vista de uso se describe como una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiológica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o "divisoria de aguas" se define naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río (Ramakrishna 1997, Dourojeanni 1994).

La cuenca además tiene muchas funciones e interacciones que la conforman tales como componentes biofísicos (agua y suelo), biológicos (flora y fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales e institucionales), que están interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema (Ramakrishna, 1997), ya que la cuenca, y sobre todo el agua captada por la misma, es una fuente de vida para el hombre (Dourojeanni, 1994).

El manejo integrado de cuencas es un proceso integrado e inclusivo en que los recursos naturales múltiples que contiene una cuenca, son múltiples y controlados conjuntamente con la organización humana para producir bienes y servicios útiles (Lee, 1999).

2.1.1 Divisiones de una cuenca hidrográfica

Las cuencas son sistemas que encajan una en otra. Cuencas grandes contienen medianas que contienen pequeñas. Cada rama de una red hidrológica tiene su propia cuenca, afluentes y subcuencas, que depende de la forma del sistema de drenaje (Lee, 1999).

Para diferenciar entre una cuenca y otra se usan ciertos métodos de clasificación que pueden variar de un lugar a otro, pero básicamente existen las siguientes clasificaciones.

Subcuenca es una unidad de drenaje de menor superficie que una cuenca y que forma parte de esta, constituyendo un tributario de la misma, o sea una cuenca que sale o que drena a una cuenca más grande (Rivera, s.f.).

Microcuenca es la mínima unidad territorial de drenaje dentro de una cuenca y tributaria de una subcuenca (Rivera, s.f.). Son las áreas donde se originan las quebradas individuales que drenan las laderas y las pendientes altas del paisaje geomorfológico (Lee, 1999).

2.2 CONCEPTOS DE SUELOS

2.2.1 Definición de suelos

Desde el punto de vista de un pedólogo un suelo es “un cuerpo natural constituido por materia orgánica e inorgánica, diferenciado de una roca madre por varios horizontes de diferentes profundidades con propiedades físicas, químicas y biológicas particulares y diferentes entre sí” (Erickson, 1994).

2.2.2 Calicata

Es una excavación, con frentes de unos 70 a 100 cm. de ancho; su longitud debe permitir el estudio con comodidad, y su profundidad debe ser tal que permita llegar a comprender la organización del suelo como un todo, su génesis y respuesta a los diferentes usos (Porta *et al.*, 1999).

2.2.3 Perfil

Es un corte vertical en el suelo para ver los distintos horizontes (Erickson, 1994). También se define como es un conjunto vertical del terreno, que permite estudiar el suelo en su conjunto desde su superficie hasta el material originario (Porta *et al.*, 1999). Corresponde a una sección vertical bidimensional de un suelo, que se extiende desde la superficie hasta el material rocoso o sustrato, mostrando los estratos y horizontes que lo conforman y que han sido pedogenéticamente alterados durante el proceso de formación de suelos (Honorato, 2000).

2.2.4 Color

El color de suelo es la capacidad y manera de éste de reflejar la luz. Absorbe la luz (energía) de las ondas, excepto de la luz visible, el rango aproximado es de 400 – 700 nanómetros (Erickson, 1994). Aunque el color no tiene una influencia directa en la funcionalidad o productividad del suelo y no afecta el crecimiento de las plantas, es indicativo de condiciones que sí afectan el desarrollo de los cultivos (Honorato, 2000). El color se caracteriza a partir de los tres parámetros básicos que lo componen y que cada color puede asociarse a un punto del espacio color, definiendo un sólido de color (Porta *et al.*, 1999).

El color es medido basándose en los siguientes parámetros: brillo, que representa la longitud de onda dominante en la radiación reflejada y el croma que expresa la pureza relativa de color del matiz de que se trate (Porta *et al.*, 1999).

Por medio de la tabla Munsell se conoce el color de cada suelo, en cada uno de los criterios que esta determina: matiz, el valor y el croma. El primero indica la longitud de onda o color del espectro dominante (R para color rojo, Y para amarillo y YR para anaranjado). El valor se refiere a la brillantez o cantidad total de luz; aumenta cuando los colores son más claros, a partir de cero. El croma indica la pureza de la longitud de onda dominante; su valor aumenta al disminuir la proporción de luz blanca (Cavazos y Rodríguez, 1992).

2.2.5 Textura de suelos

Es la expresión cualitativa y cuantitativa del tamaño de las partículas, donde cualitativa se refiere al comportamiento que resulta del tamaño y de la naturaleza de los constituyentes del suelo, y cuantitativa por ser una expresión porcentual (Honorato, 2000).

La textura es un indicador de la proporción relativa de arena, limo y arcilla que lo constituyen, y su nombre indica la clase textural a la que pertenece, de acuerdo con la clasificación y el triángulo de texturas utilizado (Narro, 1994).

2.2.6 Estructura

La estructura de suelos es la forma en que se agregan las partículas elementales (arena, limo y arcilla) en agregados (Honorato, 2000). Lo definen como el arreglamiento entre las partículas de suelo en grupos llamados agregados o "peds" (Brady y Weil, 1999). Por esta razón encontramos muchas formas de agregación de las partículas de suelo, así como distintas características que varían de acuerdo al tipo de suelo que se maneja.

La estructura puede variar de un perfil a otro, dependiendo de la génesis y capacidad de cada suelo, ya que "estos agregados tienen propiedades diferentes de las de una masa igual de partículas elementales sin agregación" (Honorato, 2000).

En los suelos con estructura bien desarrollada, al secarse, aparecen claramente líneas de figuración preferencial entre agregados, en este caso, se dice que el grado de estructuración o de pedialidad está fuertemente desarrollado (Porta *et al.*, 1999).

2.2.7 Reacción de suelos

La reacción del suelo se refiere al grado de acidez o basicidad del suelo y se expresa por su pH (Honorato, 2000).

La forma más rápida y fácil de diagnosticar las condiciones de acidez o de basicidad de un horizonte de un suelo, sedimento o estériles de mina, se basa en la medida del pH en una suspensión de suelo-agua (Porta *et al.*, 1999).

Es en cierto modo una característica "fisiológica" de la solución de suelo, que refleja la actividad del ión H^+ en la solución. El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones H^+ en la solución de suelo (Honorato, 2000).

La importancia de medir la reacción de suelo o pH es que está influenciado por procesos involucrados en la formación y desarrollo de los suelos (Honorato, 2000), es también un factor influenciante en la disponibilidad y absorción de nutrientes, actividad de organismos del suelo, presencia o ausencia de elementos tóxicos como el aluminio (Al), manganeso (Mn) y hierro (Fe), procesos de descomposición de la materia orgánica, la productividad vegetal ya que las plantas tienen determinados requerimientos de pH y rangos de adaptabilidad y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la capacidad de intercambio aniónico (CIA) (Honorato, 2000).

2.2.8 Nutrimientos del suelo

Representan todos aquellos elementos que particularmente componen el suelo y del cual las plantas disponen para su crecimiento y desarrollo. Los nutrimentos son clasificados basándose en la cantidad utilizado por las plantas, ya que aunque varíe la cantidad que utilicen son igual de importantes y limitantes, siendo los macroelementos como el nitrógeno, fósforo y potasio los más utilizados por la planta (Brady y Weil, 1999).

2.2.9 Densidad aparente

Se define como la masa por unidad de volumen. Este volumen es el que ocupa la muestra de suelo en el campo. La densidad aparente tiene interés desde el punto de vista de manejo del suelo, ya que informa sobre la compactación de cada horizonte, y permite inferir las dificultades para la emergencia, el enraizamiento y la circulación del agua y del aire (Porta *et al.*, 1999).

Existe una clara relación del valor de la densidad aparente con otras propiedades y características de los suelos; entre estas destacan la textura, el contenido de materia orgánica, la porosidad, la compactación-comprensión, la conductividad térmica y la resistencia de los suelos a la penetración (Narro, 1994).

2.2.10 Estabilidad de los agregados

La capacidad estructural se refiere a la capacidad que tiene los agregados de conservar su forma cuando se humedecen o son sometidos a una acción física (Honorato P, 2000) Independientemente del tamaño de los agregados y del modelo de formación que se tome como referencia, en la medida que aumente la fuerza de los enlaces que mantienen unidos los componentes de los agregados, mayor será la resistencia de éstos a descomponerse o desagregarse cuando se les someta a la acción de cualquier agente físico o químico (Porta *et al.*, 1999). Los mecanismos involucrados en el enlace e las partículas de suelos en agregados estables varia con una gran cantidad de factores como el material parental, el clima, la vegetación, y las practicas de manejo (Jastrow, 1996) y por el tipo de partícula, ya que hay una relación negativa altamente significativa entre arcillas y la estabilidad de agregados (Perfect *et al.*, 1990).

La estabilidad estructural, medida a través del cambio de diámetro medio ponderado de las partículas, presenta variaciones en el tiempo que se asocian a cambios producidos en el contenido de polisacáridos microbianos producto de la descomposición de materia orgánica (Díaz *et al.*, 1993).

2.2.11 Materia orgánica

Se define materia orgánica como la fracción del suelo que resulta de la descomposición de organismos vivos como planta, insectos, microorganismos (Erickson, 1994). La distribución de la materia orgánica en el perfil del suelo es lo que se denomina perfil orgánico, que está, en gran medida, influido por el tipo de vegetación (Honorato, 2000).

2.3 CLASIFICACIÓN EN EL USO DE LA TIERRA

Se puede definir la evaluación de tierras como la actividad que describe e interpreta aspectos básicos de clima, vegetación suelos y de otros aspectos biofísicos y socioeconómicos, con el objeto de identificar usos probables de la tierra y compararlos con el rendimiento estimado de su aplicación sostenible. Esta es una definición moderna en lo que se destaca el acercamiento positivo, o sea, hacia un uso deseado (Richters, 1995).

El desarrollo de una clasificación de suelos se propone ordenar los conocimientos y tiene claras implicaciones en la transferencia de conocimientos y tecnología (Porta *et al*, 1999), donde se trata de un enfoque cuyo objetivo principal es proteger el suelo (Richters, 1995).

Actualmente hay presión poblacional en áreas con fuertes pendientes, normalmente clasificadas como no aptas para uso agrícola (Richters, 1995). Para determinar el uso del suelo en áreas de ladera se necesita una clasificación distinta a la utilizada para valles y áreas de cultivo con riego. Es necesario usar sistemas de clasificación que manejen criterios de utilización de laderas. Por eso mismo, la tierra deberá clasificarse solo sobre la base de su valor para un fin específico, ya que no hay un valor de la tierra que sea absoluto y de aplicación universal (Barahona, 2000).

2.3.1 Sistema USDA

Esta metodología está basada en la capacidad de la tierra de producir, y señala las limitaciones naturales del suelo. Las clases convencionales de capacidad de uso son ocho (I – VIII) y están ordenadas según sus crecientes limitaciones y riesgos de uso (Honorato, 2000).

Las clases de capacidad de uso se definen como sigue:

2.3.1.1 Clase I. Estos suelos tienen muy pocas limitaciones que restringen su uso. Son suelos casi planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, poseen buena capacidad de retención de humedad y la fertilidad natural es buena (Honorato, 2000).

2.3.1.2 Clase II. Presentan ligeras limitaciones que reducen la elección de los cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación. Corresponden a suelos planos con ligeras pendientes. Son suelos profundos a moderadamente profundos de buena permeabilidad y drenaje, presentan texturas favorables, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la clase anterior (Honorato, 2000).

2.3.1.3 Clase III. Los suelos de esta clase presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenos para ciertos cultivos. La topografía varía de plana a moderadamente inclinada que dificultan severamente el regadío; la permeabilidad varía de lenta a muy rápida. Las limitaciones más corrientes para esta Clase se refieren a topografía moderadamente ondulada, profundidad del suelo, estructura y textura desfavorable, baja capacidad de retención de agua, humedad que limita el desarrollo radical (Honorato, 2000).

2.3.1.4 Clase IV. Presentan severas limitaciones de uso y restringen la elección de cultivos. Estos suelos al ser cultivados, requieren cuidadosas prácticas de manejo y

conservación, más difíciles de aplicar y mantener que los de los suelos clase III. Las limitaciones más usuales para esta Clase se refieren a suelos muy delgados, topografía moderadamente ondulada y disectada, baja capacidad de retención de agua y drenaje muy pobre (Honorato, 2000).

2.3.1.5 Clase V. Los suelos de esta clase están limitados en su uso y generalmente no son adecuados para los cultivos. Tienen poco o escaso riesgo de erosión, pero tienen otras limitaciones difíciles de resolver. Son suelos planos o casi planos, pero con problemas de humedad, están frecuentemente inundados, son pedregosos, tienen limitaciones climáticas o alguna combinación de estos. Las limitaciones más corrientes en esta clase son las inundaciones frecuentes en tierras bajas, suelos casi planos con limitaciones climáticas que impiden la producción normal de cultivos, suelos planos o casi planos pedregosos, suelos mal drenados y donde el drenaje no es factible (Honorato, 2000).

2.3.1.6 Clase VI. Corresponden a suelos inadecuados para los cultivos y su uso está limitado para pastos y forestales, Los suelos tienen limitaciones continuas que no pueden ser corregidas, tales como pendientes muy pronunciadas, susceptibles a erosión antigua, pedregosidad excesiva, zona radical poco profunda, excesiva humedad, baja retención de humedad, alto contenido de sales (Honorato, 2000).

2.3.1.7 Clase VII. Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamental es forestal y pastos residentes (Honorato, 2000).

2.3.1.8 Clase VIII. Corresponde a suelos sin valor agrícola, ganadero ni forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de cuencas hidrográficas (Honorato, 2000).

2.4 DIAGNOSTICO SOCIOECONÓMICO

Existen tendencias demográficas y socioeconómicas que señalan las presiones económicas, poblaciones que se desarrollan sobre la base de los recursos naturales de la región, generándose un incremento rápido de la población, limitando oportunidades para el desarrollo industrial y otros. Los recursos limitados en la región deben compartirse cada vez entre mayor población, con una restricción para disponer tierras fértiles capaces de generar alimentos básicos (involucrado a factores políticos y económicos) (Faustino 1987, Rodríguez 1999).

2.5 TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO Y ANÁLISIS DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

2.5.1 Sistemas de información geográfica (SIG)

El uso de las computadoras y de programas informáticos como los sistemas de información geográfica (SIG) para facilitar la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas tiene sus orígenes en los primeros años del decenio de 1970 (FAO, 1996).

Una definición y descripción apropiada de SIG es el manejo de datos espaciales en recolección, almacenaje, administración, conversión, análisis, modelación y presentación (Davis, 1996).

Los SIG ofrecen la posibilidad de almacenar datos espaciales (es decir, elementos cartografiados), de almacenar y relacionar datos sobre atributos de estos elementos espaciales (por ejemplo tipos de suelos, tipos de cubierta, propiedad, profundidad del suelo, etc.) (FAO, 1996), pues el SIG se está integrado por tres partes: los sistemas que abarca la tecnología computarizada y la infraestructura de soporte, la información que comprende la información, los datos y la manera de usarlos, y la geográfica que involucra la realidad espacial en el mundo o su geografía (Davis, 1996).

Un requisito para delinear la localización de los grupos de suelos en el campo es a través del mapeo de suelo para conocer donde se encuentran los mismos en el entorno. Este se basa en el uso de aparatos de recepción en el campo y de interpretación y manejo en computadora.

2.5.2 Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)

El uso de aerofotografías e imágenes de satélites para la cartografía de la cubierta del suelo y otros rasgos topográficos a menudo requieren puntos “verificados sobre el terreno”, para los cuales es necesario una ubicación exacta (FAO, 1996). Los GPS son un instrumento relativamente sencillo y barato para la determinar emplazamientos geográficos y también para cartografiar suelos, bosques, ríos, caminos, senderos, campos agrícolas y líneas de servicios públicos e instalaciones (FAO, 1996).

3. MATERIALES Y METODOS

En esta sección se describe la localización del área estudiada y de los productores que se involucraron en el proceso de investigación. Se explican las fases del estudio y sus objetivos así como las diferentes metodologías empleadas en la recolección, procesamiento y análisis de los datos de campo.

El estudio fue estructurado para el conocimiento previo del área de estudio, y el desarrollo con los mismos agricultores de los detalles socioeconómicos. El trabajo contó con las siguientes partes: Mapeo del área de influencia, mapeo y determinación de la calidad de suelos y desarrollo de los componentes socioeconómicos. A continuación se detallan cada uno de los procesos descritos.

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y LOS PARTICIPANTES

El municipio de Güinope se encuentra ubicado en el noroeste del departamento de El Paraíso, cuenta con una extensión de 204 km², y esta naturalmente delimitada: al norte Güinope colinda con el cerro La Pradera, al sur con el cerro Grande y cerro Los Coyotes, al este con la quebrada Caña Brava y la carretera a San Lucas y al oeste con la quebrada Silisgualagua y el río Fortuna (Proyecto UNIR-Zamorano, 1997).

3.2 CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE REFERENCIA

Esta etapa del estudio se realizó con el fin de tener una base sólida de los detalles de interés del sitio de referencia donde se realizó el estudio y en el cual poder discutir y respaldar en el documento y estudios posteriores la discusión para poder determinar cada uno de los aspectos biofísicos de la cuenca. Se comenzó por elaborar mapas del sitio de referencia.

3.3 CRITERIO PARA SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se seleccionó la cabecera de la cuenca de Zapotillo por ser una zona que presenta tres microdrenajes, cada uno con distintos usos de la tierra y que permitía debido a la complejidad de estos usos de la tierra, determinar sin mucha variación en los suelos y la precipitación, el poder determinar la influencia de estos usos de la tierra en la calidad de suelos, y como este uso de la tierra es influenciado por el nivel socioeconómico del productor y el sistema de producción que utiliza.

3.4 DELIMITACIÓN DEL SITIO DE REFERENCIA

Después de haber realizado la selección del sitio, se procedió a realizar una delimitación a través del uso de fotografías aéreas, para relacionar un poco más, las estructuras, usos y coberturas existentes del área donde se realizó este trabajo. A éste se aunó el trabajo de georeferenciar los drenajes del sitio de referencia buscando delimitarlos por toda la orilla de la cuenca, buscando siempre ir por el borde de los microdrenajes, para obtener la delimitación correcta de los tres microdrenajes. Posteriormente se realizó la edición de los datos de campo en el programa ARC-INFO, para poder obtener el área de cada uno de los microdrenajes.

3.4.1 Mapa de microdrenajes

Este se realizó con el equipo de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), se delimitó los microdrenajes del sitio de referencia, se determinó el área en la cual se realizó el estudio, y la conformación de los microdrenajes. Además sirvió como base de diseño para los otros mapas que se realizaron en el sitio de referencia.

3.4.2 Elaboración del mapa de tenencia de la tierra

Se delimitó el área de cada uno de los agricultores, con la ayuda de los mismos para identificar los linderos de cada propiedad.

3.4.3 Mapa de uso de la tierra

En este se realizó la misma metodología de los anteriores, bordeando las áreas de cada uno de los cultivos y coberturas, para determinar y obtener los datos necesarios para llevar a discusión cada uno de los detalles que se pudieran presentar.

Al hacer uso de los mapas de los usos de la tierra, se distinguió, al mismo tiempo, los sistemas de producción con un cierto margen de error en cuanto a las diferencias existentes entre los sistemas, ya que estos dependen mucho de la combinación que cada agricultor presente para su tierra.

3.5 ESTUDIO DE SUELOS

Para el estudio de suelos se ubicó la microcuenca El Zapotillo en la hoja geológica, escala 1:50,000 de Yuscarán (Instituto Geográfico Nacional, 1992). Posteriormente se ubicó el sitio de los microdrenajes para determinar su formación y variación geológica. Seguidamente se determinó los materiales parentales que dan origen a los suelos, y de los cuales se pudiera partir para analizar ciertas características propias de cada material de origen y de los cuales se pudiera partir para analizar ciertas características propias de cada material de origen.

3.5.1 Determinación de los sitios para realizar los muestreos

Para la determinación de los sitios, primero se determinó donde realizar las calicatas basándose en la elevación, subdividiendo los microdrenajes en tres áreas principales, la primera en la parte de la cúspide del microdrenaje central que es la parte mas alta del

sitio de referencia, la parte media de los microdrenajes, la parte baja y la realización de puntos de muestreo en el área donde se convergen los microdrenajes, ya que se necesitaba conocer si existía variación en el descenso de altura y como variaba al acercarse más al área que colindan con el cause de los microdrenajes.

Después se estableció donde realizar las calicatas en cada uno de los niveles antes mencionados, precisando que las calicatas a realizar quedaran en los usos de la tierra porque estos usos pudieran cambiar o hacer variar por el mismo uso, la composición de los suelos superficiales, así como la profundidad por erosión y otros factores resultantes del cultivar la tierra.

La información tomada de cada una de las calicatas fue la siguiente:

- ▲ Horizonte, para conocer cuantos horizontes posee cada perfil
- ▲ Profundidad, medida en cm a partir de la superficie
- ▲ Límite de los horizontes, en base a observación visual diferenciando en:
 - ✓ Plano, ondulado e inclinado la topografía de los límites
 - ✓ Brusco, neto, gradual y difuso la anchura del límite
- ▲ Color, basándose en simbología de la tabla Munsell
- ▲ Textura (método de tacto), arena, limo y arcilla entre cada una de los niveles.
- ▲ Consistencia (método de tacto)
- ▲ Poros, usando lente de aumento diferenciando entre muy fino, fino, mediano y grande
- ▲ Raíces, apreciación visual en un área separando en raíces muy finas, finas, medianas y grandes
- ▲ Fragmentos gruesos, apreciación visual dividiendo en:
 - ✓ Abundancia (muy pocas, pocas, frecuentes y abundantes)
 - ✓ Tamaño (grava, piedra y pedregón)
 - ✓ Forma (angular, redonda y plana)
- ▲ Densidad aparente con el densímetro de bolsillo, obteniendo una muestra de 92.29 g/cm^3 , de suelo que posteriormente es secado en horno por 24 horas a 105°C

Además, relacionado con el estudio de calicatas se definen parámetros del sitio donde se cavó la calicata, tomando la información siguiente:

- Altura en metros sobre el nivel del mar (msnm), haciendo uso del GPS en la función de "waypoints" que especifica la altura a la que se está georeferenciando.
- Erosión, apreciación visual basándose en pendiente, cobertura vegetal y síntomas de erosión visibles
- Material parental, haciendo uso del mapa geológico y correlacionando en campo

- Uso del terreno
- Topografía, haciendo uso de clinómetro marca Summto
- Aspecto, haciendo uso de una brújula, para determinar la dirección en que se encuentra la calicata
- Drenaje, apreciación visual basado en la facilidad de movimiento del agua
- Permeabilidad, apreciación visual con indicadores de retención de humedad (charcos)
- La condición de humedad

3.5.2 Análisis de laboratorio

Los análisis realizados en el laboratorio de suelos se describen a continuación:

Cuadro 1. Procedimientos realizados en el laboratorio de suelos, Zamorano, Honduras. 2001.

Característica	Procedimiento
Porcentaje de Arena, limo y arcilla	Método de Bouyucos
Clasificación textural	Triangulo Textural del USDA
Materia orgánica	Método Walkley and Black
Carbono orgánico	Método de Walkley and Black
pH en agua	Método del potenciómetro relación suelo: agua 1:1
Bases extractables (Ca, Mg, K)	Extracción con acetato de amonio a pH 7 y determinación por espectrofotometría de absorción atómica
Capacitación de intercambio catiónico (CIC)	Saturación con acetato de amonio a pH 7

3.5.3 Estabilidad de los agregados

Para este estudio se uso el método de la Universidad de Maryland (Stine, 2000), para lo cual se tomó una muestra determinada y se pasó por tamices de 4, 1 y 0.5 mm, para determinar la cantidad de suelo retenido en los filtros de 1 mm con suelo seco y 0.5 mm, mojando la muestra y someténdola al movimiento del agua.

La estabilidad de los agregados es medida en la cantidad porcentual de suelo que toleró el movimiento con agua contra la cantidad total de suelo y se expresa en la siguiente formula:

$$\% \text{ de estabilidad} = \left(\frac{\text{Agregados no disgregados}}{\text{Agregados no disgregados} + \text{agregados disgregados}} \right) * 100$$

3.6 Estudio socioeconómico

Este consiste en determinar las características socioeconómicas de los productores del sitio de referencia. El propósito es determinar las características de los productores y compararlos con otros productores de la microcuenca, para conocer las diferencias más significativas entre cada uno de los grupos, como paso para conocer las similitudes y diferencias al momento de comenzar el estudio.

Para la realización de este estudio se tomaron encuestas dirigidas a los productores que trabajaban con el proyecto de "Rehabilitación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Choluteca" en la cual se determinaron los siguientes parámetros:

Capital Físico:

- Área
- Tenencia de la tierra

Capital Financiero

- Sistema de producción
- Costos
- Ingresos brutos
- Financiamiento
- Otras fuentes de ingresos

Capital humano

- Número de miembros
- Escolaridad
- Mano de obra
- Uso de la producción

Esta encuesta fue aplicada a los productores que se encuentran en el sitio de referencia para conocer cada uno de este grupo de forma individual, destacando los puntos principales en cuanto a contraste y similitud. Luego confrontar con los productores que el proyecto encuestó y que estos últimos sirvan como un parámetro de comparación de los que se encuentran en el área de interés, y que ambos sirvan como una base para determinar cambios a largo plazo.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

4.1.1 Área del sitio de referencia

Según resultados se observó que el sitio comprende un total de 12.31 ha de terreno, el sitio completo tiene una orientación de este a oeste (Figura 1) con altitudes desde los 1612 msnm hasta los 1740 msnm, los parámetros individuales de cada microdrenaje se detallan a continuación.

4.1.1.1 Microdrenaje izquierdo. Consta de un área de 5.27 ha que representa un 43% aproximadamente del área total, en el se concentra un solo productor, en su casi totalidad; aproximadamente 8% pertenece a otro participante. La quebrada tiene una longitud de 289 m y corre de suroeste a noroeste (Figura 1).

4.1.1.2 Microdrenaje central. Tiene un área de 4.43 ha siendo aproximadamente un 36% del sitio de referencia, albergando dos productores. Corre de sureste a noroeste y el largo de la quebrada es de 378 m (Figura 1).

4.1.1.3 Microdrenaje derecho. Posee un total de 2.61 ha que representa un 21 por ciento del área en estudio, contando con dos productores, uno de los cuales está interconectado con el microdrenaje anterior. El microdrenaje va de este a oeste y la quebrada mide 349 m (Figura 1).

4.1.2 Tenencia de la tierra

El sitio de referencia consta de seis productores que poseen áreas que van desde menos de una hectárea a siete hectáreas (Figura 2).

Un productor más existe cuya propiedad está en concesión de uso y manejo de la tierra de parte de un productor del sitio de referencia. Un productor ha adquirido las tierras en los últimos dos años, siendo utilizadas para siembra de café con banano en su mayoría.

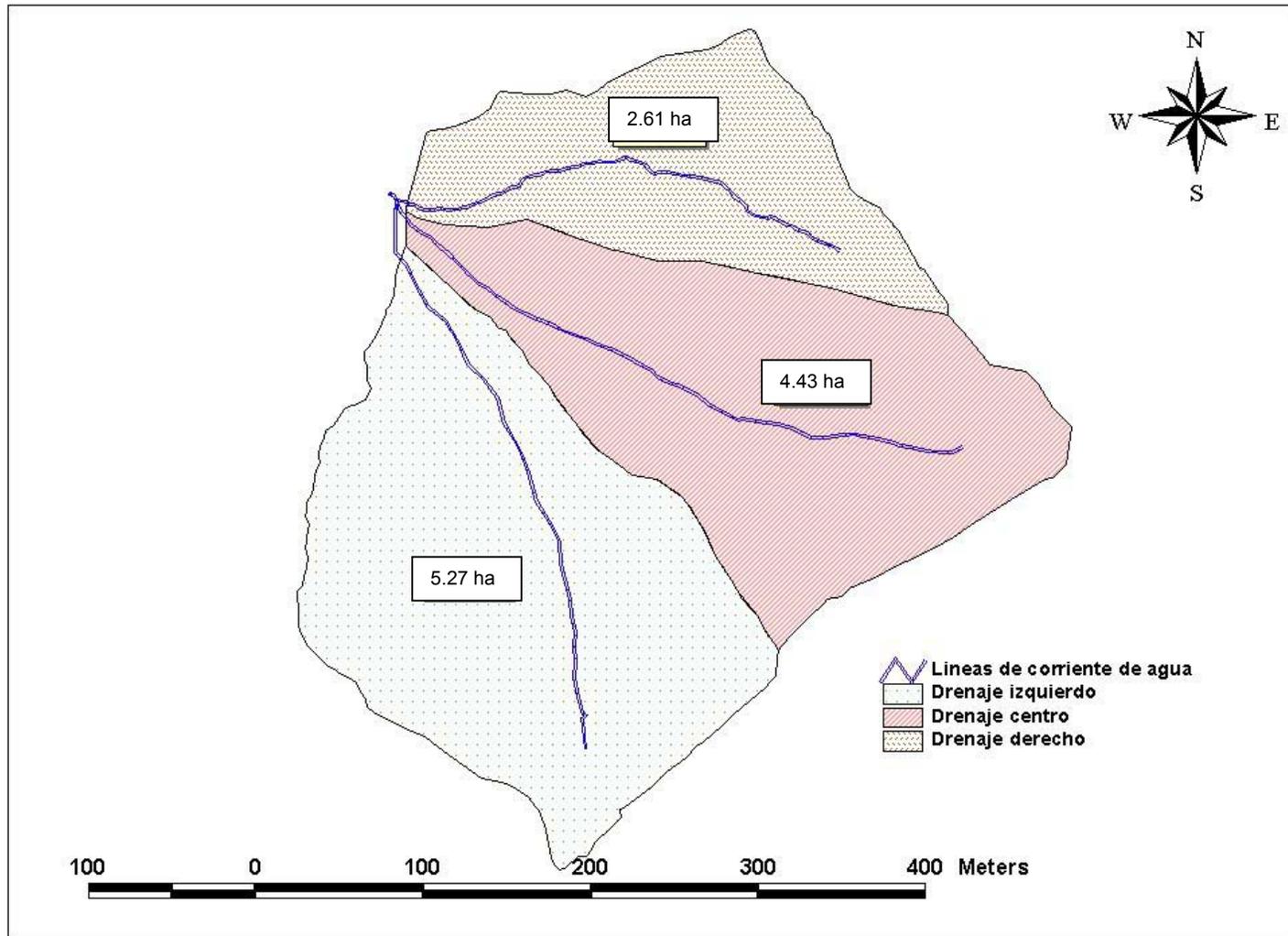


Figura 1. Mapa del área de los 3 microdrenajes del sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

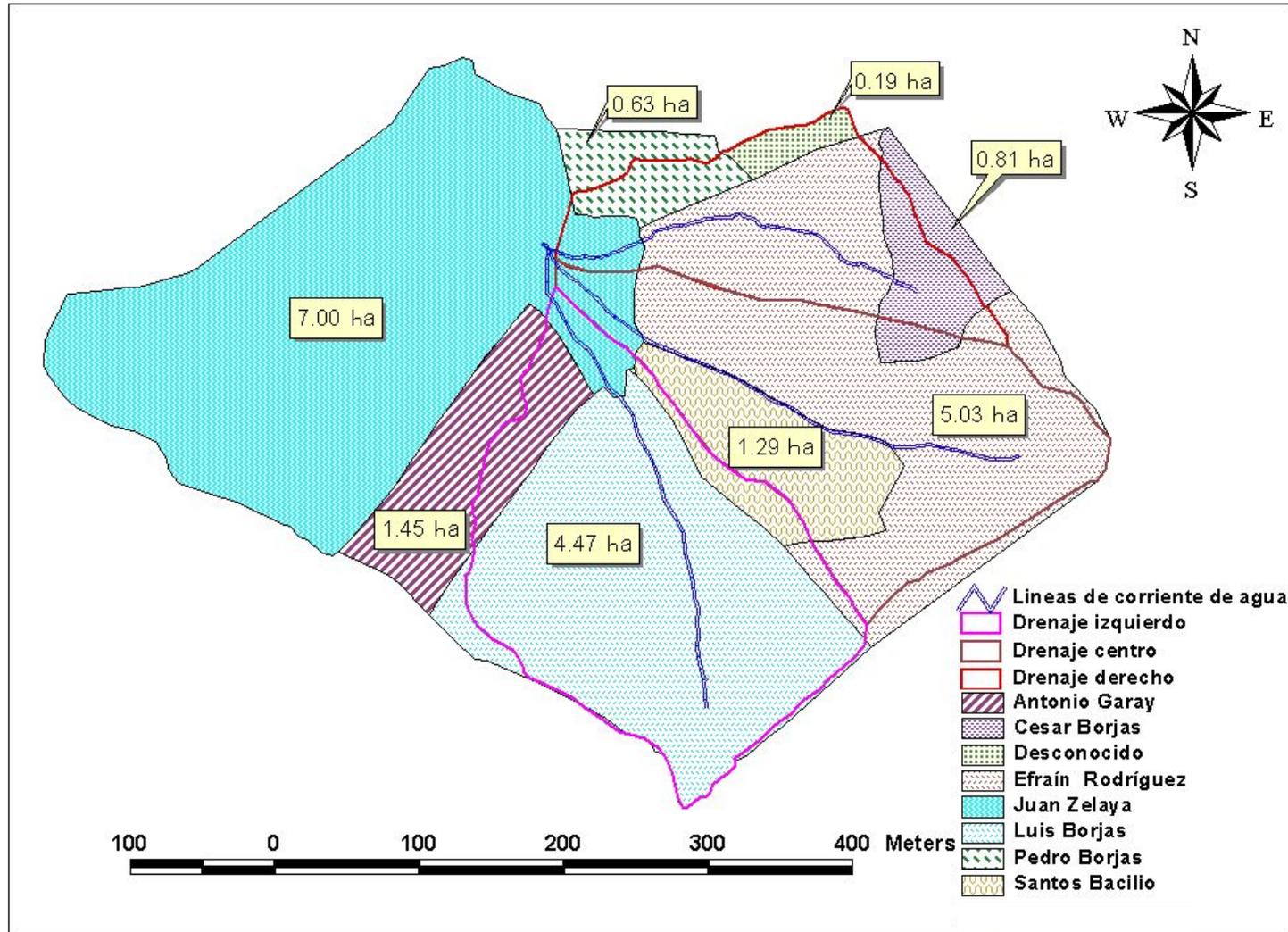


Figura 2. Mapa de tenencia de la tierra en el sitio de referencia, microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2001.

4.1.3 Uso actual de la tierra

Según resultados del mapeo, se pudo constatar que la mayoría del área de la microcuenca no se está utilizando en actividades agrícolas. Dentro de las áreas de cultivo predominan el maíz y el café tanto con sombra de banano, como de árboles de sombra de la especie *Inga* sp. En la mayoría de estas áreas de cultivo no se está utilizando ningún tipo de medidas de conservación de suelos lo cual induce a una degradación acelerada de los suelos como efecto de la erosión hídrica (Figura 3).

A través del mapeo se pudo comprobar que los cambios en el uso de la tierra no han sido muy frecuentes, ya que las zonas en descanso han permanecido así por los últimos cuatro años en promedio. Las parcelas de cultivos de anuales han sido cultivadas por períodos más largos.

Se obtuvo que un 58.5% del área se encuentra en descanso, incluyendo en éste árboles de pino en pequeños grupos aislados; también guamiles y áreas con pastos en los últimos cuatro años, figurando como el uso que ocupa la mayor cantidad de área del sitio de referencia. Por lo anterior se puede afirmar que hay un porcentaje de tierra en recuperación, ya que después de un uso intensivo, la parcela es dejada en descanso por períodos entre cinco y diez años para poder cultivarla de nuevo (Cuadro 2).

Se encontró que el cultivo de maíz ocupa un 22.2% del área y el período de cultivo dura hasta nueve meses, desde el momento de la siembra hasta la cosecha del grano. Este uso ocupa el segundo lugar después de pastos en uso de la tierra (Cuadro 2).

El tercer uso más frecuente del sitio de referencia es el café asociado con banano de sombra ocupando un 11.1% del área total de los microdrenajes. El 50% de estas plantaciones fueron sembradas recientemente (dos años) (Cuadro 2).

El café con sombra arbórea representa el 7.5% del área total, siendo el cultivo de bastante antigüedad sobrepasando los cinco años de producción (Cuadro 2).

Se encontró que un 0.9% del área estaba siendo utilizado para el cultivo de hortalizas, entre ellas la zanahoria y el repollo, ubicados en la parte alta del sitio, en una superficie con pendiente suave entre 10% y 15% (Cuadro 2).

Esta información es importante para orientar los cambios en el uso de la tierra a futuro y seleccionar las prácticas de protección y manejo de los suelos de tal manera que se pueda conservar el recurso.

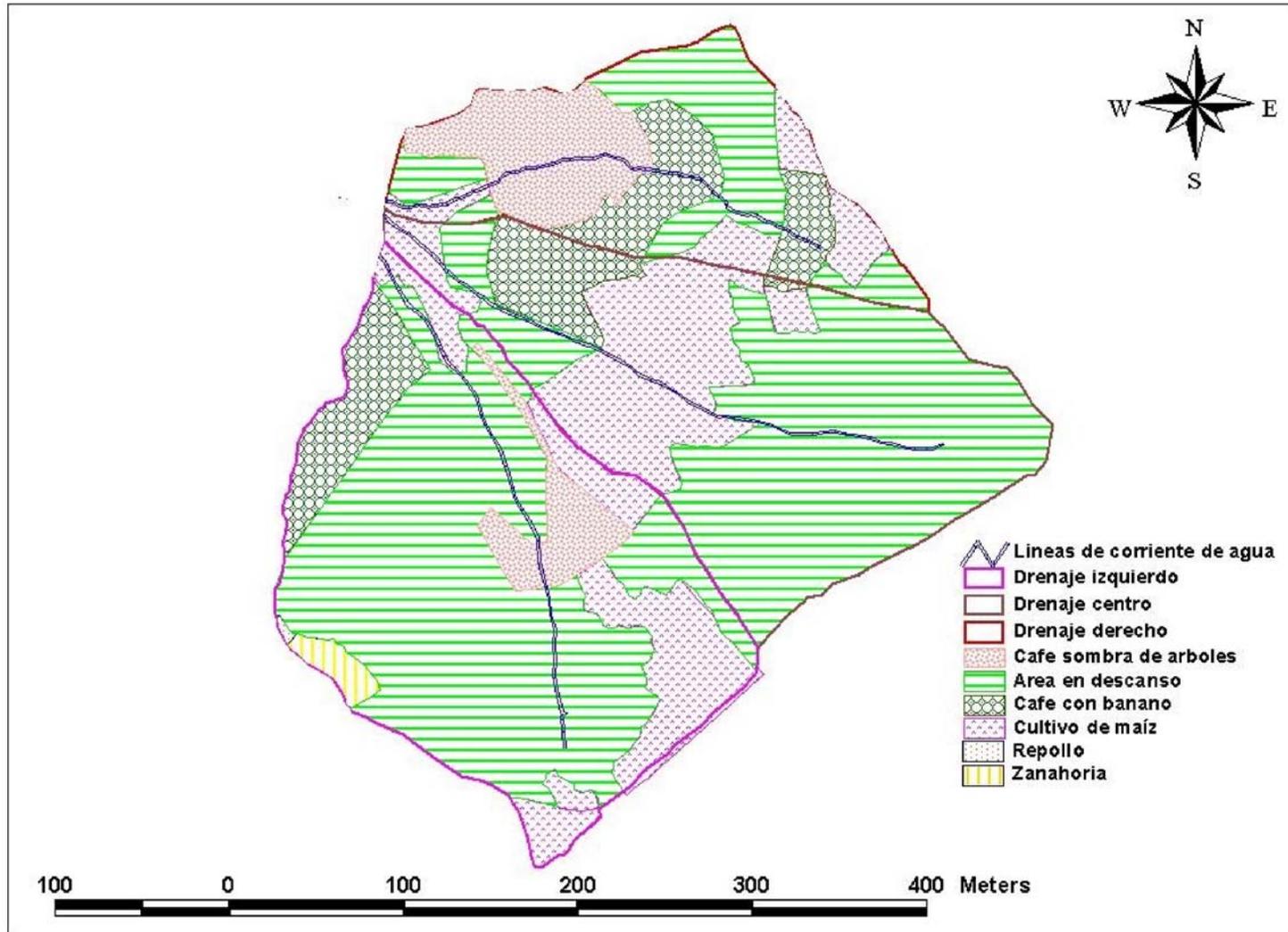


figura 3. Mapa de los usos de la tierra en los microdrenajes del sitio de referencia en la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraiso, Honduras. 2001.

Cuadro 2. Uso actual de la tierra, sitio de referencia microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2001.

TIPO DE USO	AREA (ha)	AREA TOTAL EN PORCENTAJE
Descanso	7.21	58.5
Maíz	2.73	22.2
Café con banano	0.09	11.1
Café con árboles	1.36	0.9
Hortalizas	0.92	7.5
Total	12.31	100

4.2 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos se realizó por medio de la excavación de 11 calicatas distribuidas según los estratos de elevación y usos de la tierra. A continuación se describen los perfiles y características de los horizontes de los perfiles estudiados (Figura 4).

4.2.1 Descripción de los perfiles

A través del estudio de los suelos *in situ* por medio de las calicatas se observaron en general los siguientes detalles:

- ▲ La altura del sitio de referencia oscila entre los 1612 y los 1740 msnm
- ▲ La topografía del lugar es variable pero en general es escarpada.
- ▲ La erosión no afecta mucho el lugar, gracias a la cobertura absorbe el impacto de las gotas y disminuye la velocidad del agua.
- ▲ La profundidad del sitio es de un metro de profundidad pero encontrándose en las zonas bajas de los microdrenajes profundidades de 35 cm.
- ▲ El color es café con variantes a café oscuro, café rojizo y café fuerte.
- ▲ La estructura dominante del sitio de referencia son granulares, pero existe también con frecuencia estructuras subangulares.
- ▲ Los suelos son adherentes y plásticos, variando mayormente a muy adherente y muy plástico y las combinaciones que puedan existir.
- ▲ El límite de profundidad fue material parental meteorizándose, en algunos casos fueron directamente fragmentos gruesos.

A continuación se describe en forma detallada las calicatas excavadas.

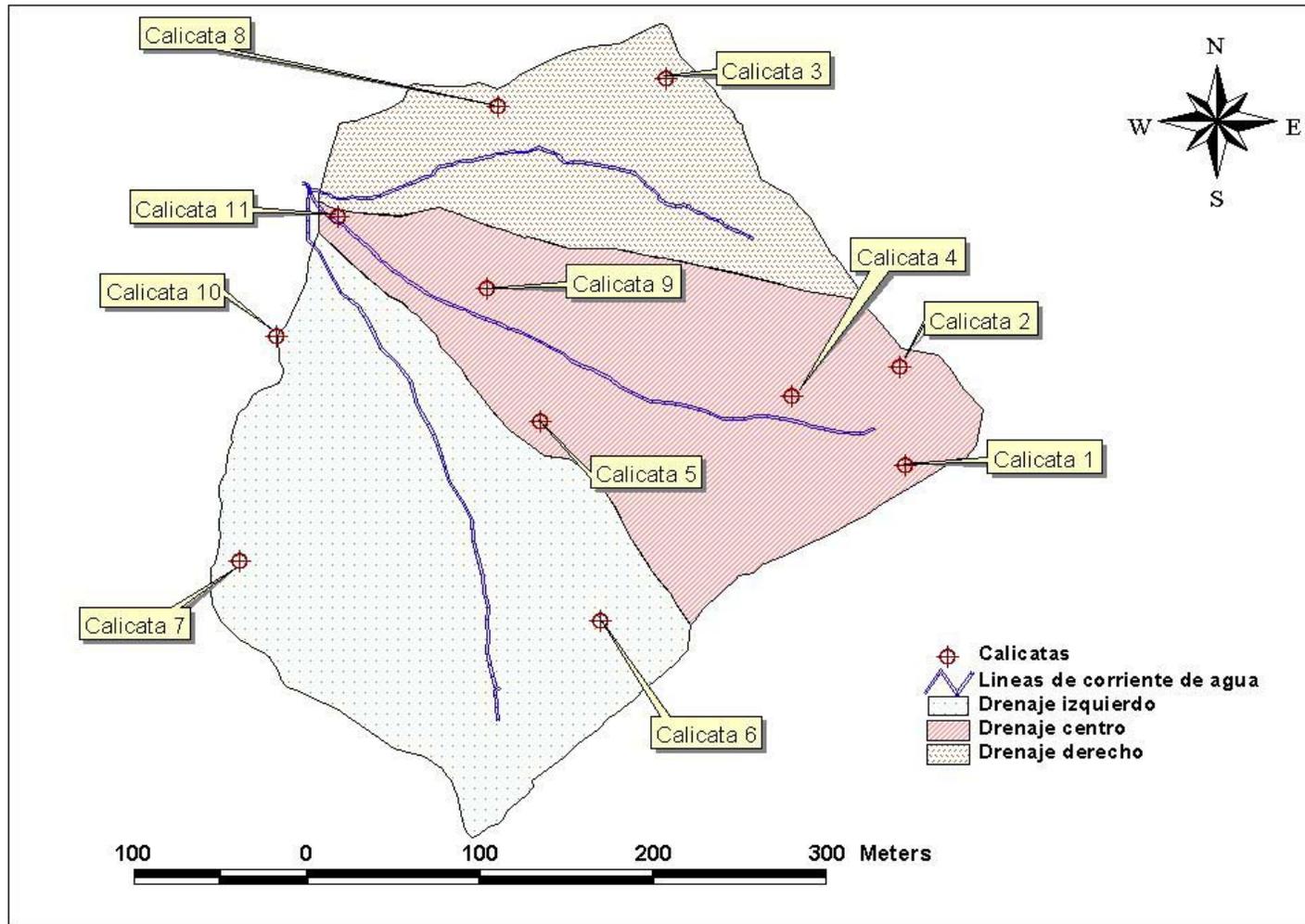


Figura 4. Mapa de ubicación de las calicatas en el sitio de referencia de la microcuenca de El Zapotillo, Güinope, El paríso, Honduras. 2001.

4.2.1.1 Calicata 1

Localización:	Margen derecho de drenaje central, Ubicado en la propiedad de Don Efraín Rodríguez
Capacidad de uso:	VI es – 11
Altura:	1739 msnm
Aspecto:	Este – Oeste
Uso actual:	Área en descanso (Guamil)
Topografía:	Inclinada
Pendiente:	30%
Erosión:	Mínima
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Húmedo
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm)	Descripción
0 – 30	Café oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arenoso; estructura granular muy pequeño y débil; adherente y ligeramente plástico; muchos poros finos, muy finos y grandes, poros medianos frecuentes; raíces finas y muy finas abundantes, pocas medianas y grandes frecuentes; límite gradual ondulado
30 – 100	Café fuerte (7.5 YR 4/6) en húmedo; franco arcilloso; bloques subangulares medios débiles, que parten a granular pequeño débil; adherente y plástico; muchos poros muy finos, finos y medianos frecuentes, grandes pocas; raíces muy finas abundantes, finas frecuentes y muy pocas medianas
100 +	Material parental meteorizándose



4.2.1.2 Calicata 2

Localización:	Margen izquierdo de drenaje central, ubicado en la propiedad de Don Efraín Rodríguez.
Capacidad de uso:	VII es - 10
Altura:	1740 msnm
Aspecto:	Este – Oeste
Uso actual:	Área en descanso (Guamil)
Topografía:	Inclinada
Pendiente:	30%
Erosión:	Nula
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Húmedo
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 10	Café oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo; franco arenoso; estructura granular pequeño débil; ligeramente adherente y nada plástico; poros muy finos, finos y medianos muchos, grandes frecuente; raíces finas abundantes, muy finas y medianas frecuentes; límite neto ondulado
10 – 40	Café fuerte (7.5 YR 4/6) en húmedo; franco arenoso; estructura granular pequeño débil; ligeramente adherente y ligeramente plástico; muchos poros finos, muy finos y medianos frecuentes, grandes pocos; raíces finas y medianas frecuentes, muy finas y grandes pocas; presencia de gravas angulares en poca cantidad, límite difuso plano.
40 – 65	Café (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco arenoso; estructura granular pequeño y débil; ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros muy finos, finos y medianos frecuentes, grandes pocos; raíces muy finas y finas frecuentes.
65 +	Material parental meteorizándose



4.2.1.3 Calicata 3

Localización:	Margen derecho de drenaje derecho, ubicado en la propiedad de Don Efraín Rodríguez.
Capacidad de uso:	VII es - 11
Altura:	1677 msnm
Aspecto:	Noreste – Suroeste
Uso actual:	Área en descanso (pastizal)
Topografía:	Escarpada
Pendiente:	46%
Erosión:	Moderada
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Ligeramente seco
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 10	Café rojizo oscuro (5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular pequeño moderado; adherente y muy plástico; muchos poros grandes, muy finos y finos frecuentes, pocos medianos; raíces muy finas abundantes, finas frecuentes; límite neto plano.
10 – 35	Café (7.5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura bloques subangulares medios moderados, que parten a granular pequeño débil; friable (cuando seco), muy adherente y ligeramente plástico; muchos poros finos y muy finos, medianos frecuentes, grandes pocos; raíces finas y muy finas frecuentes; límite gradual plano.
35 – 70	Café (7.5 YR 4/3) en húmedo; arcilloso; estructura bloques subangulares débiles; friable (en seco) muy adherente y muy plástico; muchos poros muy finos y finos, medianos frecuentes, grandes pocos; raíces muy finas pocas, finas frecuentes.
70 +	Material meteorizándose con fragmentos gruesos



4.2.1.4 Calicata 4

Localización:	Margen derecho de drenaje central, ubicado en la propiedad de Don Efraín Rodríguez
Capacidad de uso:	VI es - 11
Altura:	1708 msnm
Aspecto:	Noreste – Suroeste
Uso actual:	Área en descanso (pastizal)
Topografía:	Escarpada
Pendiente:	55%
Erosión:	Nula
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Húmedo
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 18	Café oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcilloso arenoso; estructura granular pequeños débiles; adherente y plástico; muchos poros muy finos, finos y medianos frecuente; raíces muy finas y finas abundantes, medianas frecuentes; Límite gradual ondulado.
18 – 35	Café rojizo (5 YR 4/4) en húmedo; franco arcilloso; estructura granular muy pequeño débil; adherente y plástico; muchos poros finos, muy finos y medianos, grandes frecuentes; raíces muy finas abundantes, finas; presencia de gravas angulares en muy poca cantidad; límite gradual ondulado.
35 – 90	Café rojizo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco; estructura en bloques subangulares medianos y débiles; adherente y muy plástico; muchos poros muy finos, finos y grandes, medianos frecuentes; raíces finas frecuentes.
90 +	Material meteorizándose con fragmentos gruesos



4.2.1.5 Calicata 5

Localización:	Margen derecho de drenaje central, ubicado en la propiedad de Don Santos Núñez.
Capacidad de uso:	VII es - 12
Altura:	1668 msnm
Aspecto:	Sureste – Noroeste
Uso actual:	Cultivo de maíz
Topografía:	Escarpada
Pendiente:	55%
Erosión:	Severa
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Húmedo
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm)	Descripción
00 – 20	Café oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo; franco arcilloso; estructura granular pequeño débil; muy adherente y muy plástico; muchos poros muy finos y finos, medianos frecuentes, grandes pocos; raíces muy finas y finas frecuentes; límite neto plano.
20 – 70	Café rojizo (5 YR 4/3) en húmedo; arcilloso; estructura bloques subangulares medios débiles, que parten a granular pequeño débil; adherente y plástico; muchos poros muy finos y finos, medianos frecuentes; raíces muy finas y finas muy pocas, medianas pocas; límite gradual plano.
70 – 100 +	Café rojizo (5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura en bloques subangulares medianos y débiles; ligeramente adherente y ligeramente plástico; muchos poros muy finos, finos y medianos frecuentes, grandes pocos.



4.2.1.6 Calicata 6

Localización:	Margen derecho de drenaje izquierdo, ubicado en la propiedad de Don Luis Borjas
Capacidad de uso:	VII es - 2
Altura:	1702 msnm
Aspecto:	Este – Oeste
Uso actual:	Cultivo de maíz
Topografía:	Escarpada
Pendiente:	60%
Erosión:	Muy severa
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Mojado
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 15	Café rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular pequeños débiles; adherente y ligeramente plástico; poros grandes frecuentes; raíces muy finas y finas abundantes, medianas frecuentes; límite neto plano.
15 – 67	Café (7.5 YR 4/4) en húmedo; arcillo arenoso; estructura granular muy pequeño débil; adherente y plástico poros finos, medianos y grandes frecuentes ; raíces muy finas y finas abundantes; presencia de gravas angulares frecuentes; límite neto ondulado.
67 – 100	Rojo (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloques subangulares pequeños y moderados; adherente y plástico; muchos poros finos y medianos, grandes frecuentes; pocas raíces finas.
100 +	Material parental meteorizándose



4.2.1.7 Calicata 7

Localización:	Margen derecho de drenaje izquierdo, ubicado en la propiedad de Don Luis Borjas
Capacidad de uso:	VII es - 11
Altura:	1692 msnm
Aspecto:	Suroeste – Noreste
Uso actual:	Forestal
Topografía:	Escarpada
Pendiente:	65%
Erosión:	Moderada
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Moderadamente rápida
Condición de humedad:	Húmedo
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 10	Negro (7.5 YR 2.5/1) en húmedo; franco arenoso; estructura granular pequeño moderado; ligeramente adherente y ligeramente plástico; muchos poros muy finos y finos, medianos y grandes frecuentes; raíces muy finas y finas abundantes, medianas pocas; límite gradual ondulado.
10 – 45	Café rojizo (5 YR 4/3) en húmedo; franco arcilloso; estructura granular pequeño débil; friable cuando húmedo adherente y plástico; Muchos poros muy finos y finos, medianos y grandes frecuentes; raíces muy finas abundantes, finas frecuentes, pocas medianas y grandes; presencia de piedras angulares muy pocas; límite difuso ondulado.
45 – 100	Café (7.5 YR 4/3) en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloques subangulares pequeños y débiles, que parten a granular pequeño y débil; friable, adherente y muy plástico; muchos poros muy finos y finos, medianos frecuentes, grandes pocos; pocas raíces medianas.
100 +	Material parental meteorizándose con fragmentos gruesos



4.2.1.8 Calicata 8

Localización:	Margen derecho de drenaje derecho, ubicado en la propiedad de Don Pedro Borjas
Capacidad de uso:	VII es - 11
Altura:	1650 msnm
Aspecto:	Norte – Sur
Uso actual:	Cultivo de café con sombra de árboles
Topografía:	Muy inclinado
Pendiente:	40%
Erosión:	Muy severa
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Ligeramente rápida
Condición de humedad:	Húmedo
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 20	Café rojizo oscuro (5 YR 3/2) en húmedo; franco arcilloso; estructura granular moderado mediano; adherente y plástico; muchos poros finos, muy finos y medianos frecuentes; raíces finas frecuentes; Límite neto plano.
20 – 45	Café (7.5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura granular mediano moderado; muy adherente y plástico; poros muy finos, finos y medianos frecuentes; raíces finas y medianas en poca cantidad; presencia de gravas angulares frecuentes; límite neto plano.
45 – 70	Rojo (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloques subangulares medianos y débiles; ligeramente adherente y muy plástico; poros muy finos y finos frecuentes, medianos y grandes pocos; presencia de piedras angulares frecuentes.
70 +	Material parental en descomposición con fragmentos gruesos



4.2.1.9 Calicata 9

Localización:	Margen derecho de drenaje central, ubicado en la propiedad de Don Efraín Rodríguez
Capacidad de uso:	VII es - 21
Altura:	1646.5 msnm
Aspecto:	Norte – Sur
Uso actual:	Cultivo de café con sombra de banano
Topografía:	Muy inclinado
Pendiente:	45%
Erosión:	Muy severa
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Ligeramente rápida
Condición de humedad:	Ligeramente seco
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 15	Café oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo; franco arcilloso; estructura granular moderado pequeño; friable, muy adherente y plástico; poros finos y muy finos frecuentes, medianos pocos; raíces muy finas frecuentes, finas pocas; límite neto plano.
15 – 35	Café rojizo (5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura granular muy pequeño moderado; friable, adherente y plástico; muchos poros muy finos, finos y medianos, grandes pocos; raíces muy finas muy pocas, finas y medianas frecuentes; límite neto plano.
35 +	Fragmentos gruesos



4.2.1.10 Calicata 10

Localización:	Margen izquierdo de drenaje izquierdo, ubicado en la propiedad de Don Antonio Garay
Capacidad de uso:	VII es - 11
Altura:	1643 msnm
Aspecto:	Oeste – Este
Uso actual:	Cultivo de café con sombra de banano, recién sembrado
Topografía:	Escarpado
Pendiente:	60%
Erosión:	Muy severa
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Ligeramente seco
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 20	Café rojizo oscuro (5 YR 3/2) en húmedo; franco; estructura granular pequeño débil; muy adherente y muy plástico; muchos poros finos y muy finos, medianos y grandes frecuentes; muchas raíces finas, muy finas y medianas frecuentes; límite gradual plano
20 – 55	Café oscuro (7.5 YR 3/4) en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloques subangulares pequeños y débiles que parten a granulares pequeños débiles; muy adherente y muy plástico; muchos poros muy finos, finos, medianos y grandes; raíces finas y medianas abundantes, muy finas muy pocas; límite neto plano.
45 – 70	Café rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; franco arcilloso; estructura en bloques subangulares medianos y moderados; adherente y plástico; muchos poros finos y muy finos, medianos frecuentes; pocas raíces finas.
70 +	Fragmentos gruesos



4.2.1.11 Calicata 11

Localización:	Área donde se encuentran la boca de los tres microdrenajes, ubicado en la propiedad de Don Juan Zelaya
Capacidad de uso:	IV es - 20
Altura:	1612 msnm
Aspecto:	Noreste – Suroeste
Uso del terreno:	Cultivo de maíz
Topografía:	Escarpado
Pendiente:	60%
Erosión:	Muy severa
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Rápida
Condición de humedad:	Ligeramente seco
Material parental:	Basaltos del cuaternario

Profundidad (cm) Descripción

00 – 12	Café muy fuerte (7.5 YR 2.5/3) en húmedo; franco arcilloso; estructura granular pequeño débil; adherente y plástico; poros medianos frecuentes, grandes pocos; raíces finas y muy finas frecuentes; límite neto plano
12 – 48	Café rojizo oscuro (5 YR 2.5/2 en húmedo; franco; estructura granular pequeño débil; muy adherente y muy plástico; muchos poros muy finos, finos y medianos, grandes frecuentes; raíces finas y muy finas muy pocas; límite neto plano
48 +	Material parental meteorizándose con fragmentos gruesos



4.2.2 Densidad aparente

Se encontró que la densidad aparente es bastante variable pasando desde 0.598 g/cm³ hasta 1.245 g/cm³, siendo los horizontes más profundos los que tienen mayor densidad aparente en comparación al primero, salvo raras excepciones, como en el caso de la calicata 5 que se encuentra en una zona de producción de maíz que presentó una densidad aparente mayor en el nivel superior (Cuadro 3).

Además se encontró que existe una correlación negativa de $r = 0.60$ entre la densidad aparente y la materia orgánica, ya que al aumentar la materia orgánica, la densidad aparente se reduce. Esta correlación negativa se debe a que la materia orgánica pesa mucho menos que las partículas minerales (Anexo 2).

4.2.3 Tasa de estabilidad

En la tasa de estabilidad de los agregados se encontró en un rango que va desde 7.74 hasta 99%, debido mayormente a que los suelos no tienen una fuerza de retención de las partículas muy fuerte cuando los suelos no son muy arcillosos o el contenido de materia orgánica es bajo (Cuadro 4). Esta también presentó una correlación de $r = 0.58$ con la materia orgánica (Anexo 2). Esto indica que a mayor cantidad de materia orgánica en el suelo, la estabilidad es mayor, debido a que los coloides de la materia orgánica proporcionan fijeza a las partículas de suelo, muy parecido a lo encontrado por Díaz *et al* (1993).

Cuadro 3. Porcentajes de materia orgánica y densidad aparente por punto de muestreo, El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

Calicata	Primer horizonte		Segundo horizonte		Tercer horizonte	
	Materia orgánica (%)	Densidad aparente (g/cm ³)	Materia orgánica (%)	Densidad aparente (g/cm ³)	Materia orgánica (%)	Densidad aparente (g/cm ³)
1	9.14 A	0.833	1.27 B	1.223	-----	-----
2	12.23 A	0.635	10.20 A	0.604	7.23 A	0.786
3	6.84 A	0.981	1.96 B	0.921	0.50 B	1.127
4	6.14 A	1.073	2.61 M	0.879	1.90 B	0.910
5	4.90 A	1.245	1.28 B	1.124	0.63 B	1.053
6	5.42 A	1.090	1.65 B	1.184	0.57 B	1.154
7	15.73 A	δ	3.36 M	0.598	1.27 B	1.145
8	5.56 A	1.172	1.52 B	1.168	1.00 B	1.204
9	4.12 A	1.181	1.13 B	1.106	-----	-----
10	8.82 A	1.082	2.28 M	1.193	1.52 B	1.014
11	4.51 A	1.151	4.60 A	δ	-----	-----

δ Datos perdidos por manipuleo

Interpretación: A = Alta, M = Media; B = Baja

Cuadro 4. Porcentaje de estabilidad de los agregados por horizonte y por punto de muestreo, El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

Uso de la tierra	Calicata	% de estabilidad		
		Primer horizonte	Segundo horizonte	Tercer horizonte
Descanso	1	37.72	99.39	----
Descanso	2	96.80	75.59	81.78
Descanso	3	92.34	27.61	11.23
Descanso	4	96.88	72.93	35.79
Maíz	5	91.79	15.12	46.27
Maíz	6	91.98	74.62	31.77
Bosque	7	99.00	88.12	88.12
Café y árboles	8	32.69	18.66	7.37
Café y banano	9	58.67	4.26	----
Maíz	10	26.64	7.74	43.02
Café y banano	11	46.20	83.62	----

4.2.4 Materia orgánica

La materia orgánica presentó grandes variaciones dentro de un perfil a medida que se profundizaba en los horizontes, pero no todas las calicatas siguieron ese patrón. La calicata que presentó materia orgánica sobre el primer horizonte fue la 7 con 15.73%. Este terreno está cubierto con bosque y por lo cual el contenido de materia orgánica es mayor (Figura 5).

La calicata 2 presentó también una gran cantidad de materia orgánica en el primer horizonte (12.23%), que está sobre una cobertura en descanso. Así mismo en esta calicata se encontró mayor cantidad de materia orgánica en el segundo y tercer horizonte. Lo anterior se debe a que la pendiente es solo del 30% lo cual asociado a la cobertura protege al suelo contra la escorrentía superficial y permite al suelo tener mayor capacidad de retención de la materia (Figura 5).

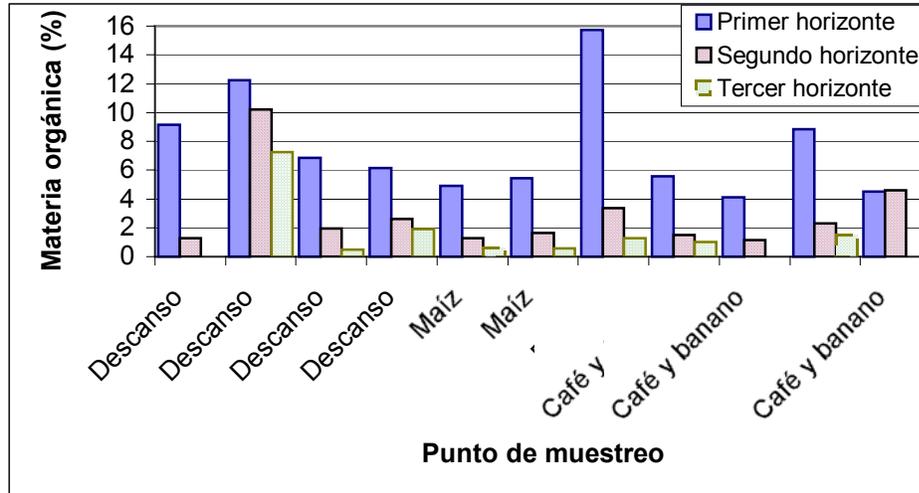


Figura 5. Comparación de la materia orgánica entre horizontes y puntos de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

4.2.5 Reacción de suelo

El pH del suelo varía en el primer horizonte entre 5.23 y 6.17, en el segundo horizonte el pH varió de 5.08 a 5.74 y en el tercer horizonte osciló entre 5 y 5.52. Los suelos con pH menos ácidos en sus tres horizontes se encontraron a medida se acercaba a la desembocadura de los microdrenajes, encontrando también que está relacionado con la materia orgánica ya que a mayor materia orgánica el pH se vuelve más bajo (Figura 6).

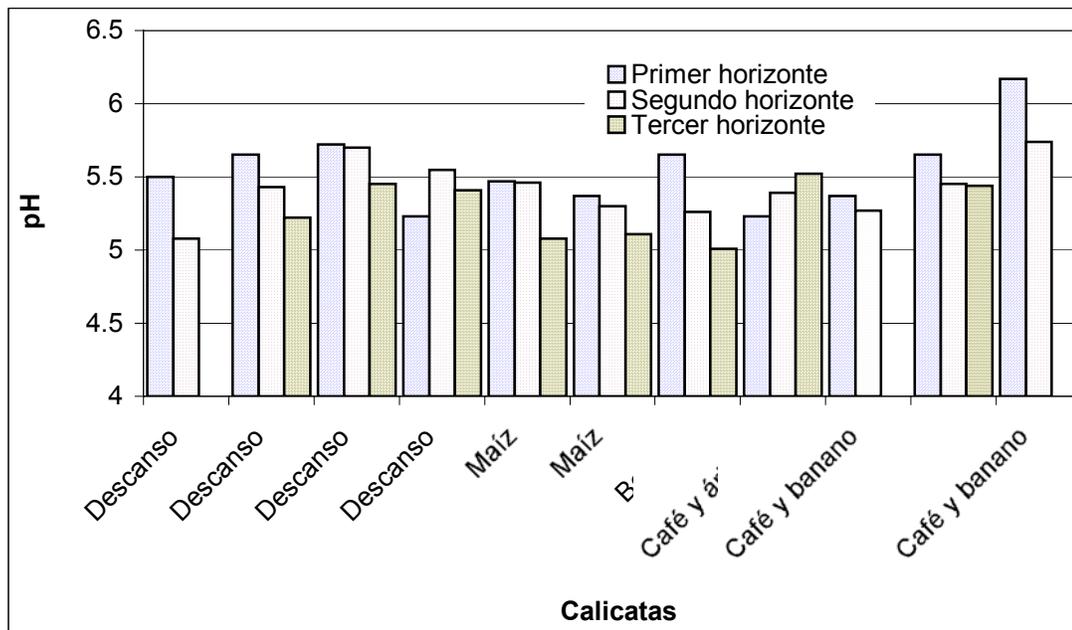


Figura 6. Comparación del pH entre horizontes y puntos de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

4.2.6 Nutrientes del suelo

Los nutrientes del suelo, se presentaron relativamente estables. En cuanto al nitrógeno, el horizonte superficial presentó una concentración alta, variando de 0.20 a 0.78% como nitrógeno total (Figura 7).

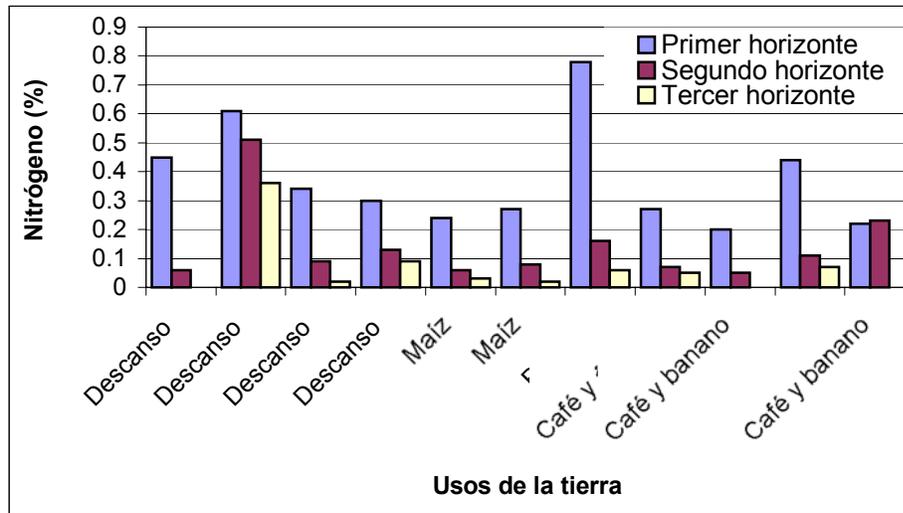


Figura 7. Comparación del nitrógeno por horizonte y punto de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

El fósforo solo presentó en la calicata 5 en el horizonte superficial, una cantidad media de , en el resto de puntos de muestreo y horizontes la cantidad fue baja (Figura 8).

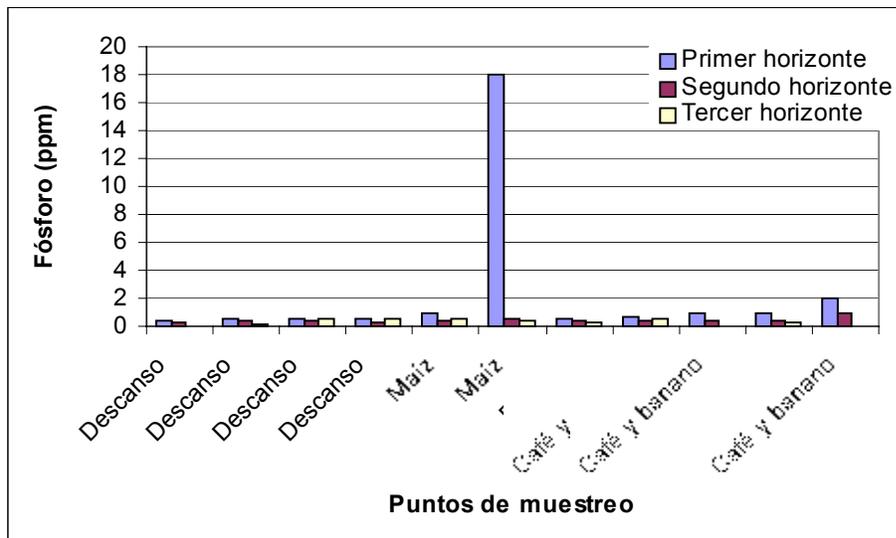


Figura 8. Comparación del fósforo disponible por horizonte y por punto de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

El potasio se presentó sin una relación entre horizontes o perfiles definido variando desde 19 hasta 680 ppm como potasio extractable, presentándose en mayor cantidad en las calicatas (Figura 9).

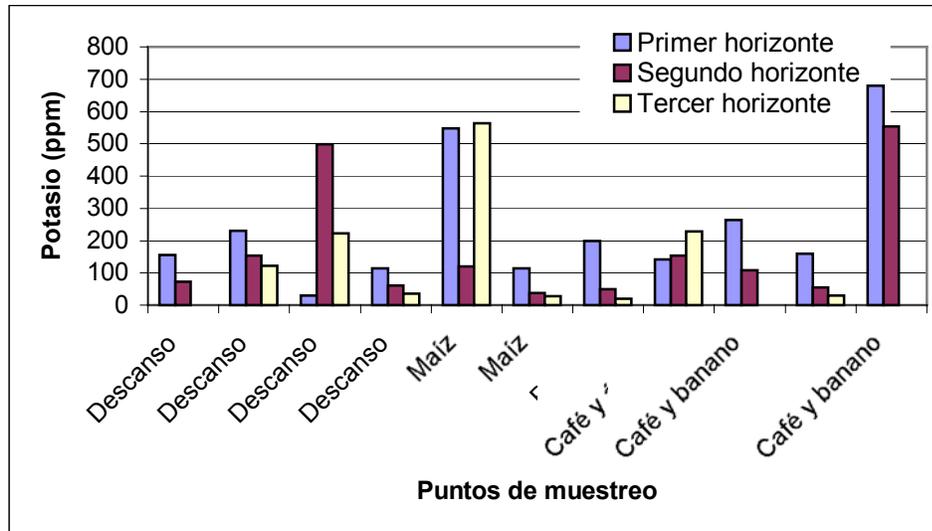


Figura 9. Comparación del potasio extractable entre horizontes y punto de muestreo en El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

4.3 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

La encuesta se practicó a los productores que tienen sus terrenos en el sitio de referencia y se comparan con productores que viven en la microcuenca de El Zapotillo, pero que no necesariamente tienen terrenos en dicha microcuenca. Al tabular los datos obtenidos de la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados

4.3.1 Composición familiar

El grupo del sitio de referencia, cinco familias viven en forma nuclear, una familia extensiva y una pareja que no tienen hijos, variando de dos hasta siete personas por familia siendo el promedio de 5.26 sin tomar en cuenta la pareja, mientras en el grupo de comparación hay tres familias nucleares, una familia extensiva y una persona soltera, grupo que varía desde los cinco hasta los veinticinco con un promedio de 5.6 excluyendo a la familia de veinticinco personas por ser un valor atípico; se puede decir que no hay diferencia en la composición familiar de los individuos del sitio de referencia con la muestra tomada del resto de la microcuenca.

4.3.2 Educación

En cuanto a los productores del sitio de referencia 50% tiene educación primaria incompleta y 50% ha llegado a completar su primaria, y en los productores de comparación 40% han cursado la primaria incompleta y 60% han completada la primaria.

Se puede decir que no existe ninguna diferencia con respecto a la educación entre los productores.

Entre las mujeres el 75% ha cursado la primaria sin completarla y el otro 25% ha comenzado una educación secundaria sin completarla en el grupo de línea base, mientras que en las de comparación un 50% han cursado una educación primaria incompleta, un 25% ha comenzado una educación secundaria sin completarla y un 25% no ha recibido educación escolar, lo que muestra un poco más de variación entre los grupos del sitio y comparación.

En los familiares el 8% ha cursado la primaria sin completarla, 38% la ha completado, 31% ha estudiado secundaria, y 23% no ha estudiado, mientras en el grupo de comparación 40% ha estudiado la primaria sin completarla, 20% la ha completado, 7% no ha estudiado en la escuela, 26% no ha terminado la secundaria, y un 7% si la completó.

4.3.3 Distribución de edades

En cuanto las edades los productores de línea base se distribuyeron en de la siguiente manera: de 0 a 6 años, 9%; de 7 a 17 años, 18%; de 18 a 30 años, 27%; de 31 a 64 años, 37% y de 64 años en adelante fue encontrado un 9%. De igual manera en el grupo de comparación se distribuyeron : de 0 a 6 años, 11.6%; de 7 a 17 años, 30.7%; de 18 a 30 años, 27%; de 31 a 64 años, 30.7%, encontrándose las mayores diferencias en el grupo de adolescentes, sin variación en los adultos jóvenes.

4.3.4 Ocupación

Los resultados revelaron que de todas las familias del sitio de referencia el 36% son agricultores, 32% se ocupan en oficios domésticos, 18% son estudiantes, 9% son infantes y un 5% desempeñan otros oficios. En los productores de comparación se encontró que el 27% son agricultores, 27% se ocupan en oficios domésticos, 30% son estudiantes, 8% son infantes y 8% desempeñan otros oficios. En cuanto a la ocupación la variación de los agricultores fue 9% diferencia, en las amas de casa fue de 9.5% mientras en los estudiantes fue de 5%.

4.3.5 Participación

En cuanto a los seis productores del sitio de referencia, el 50% ha participado en algún programa de capacitación por instituciones, considerando todos que la participación fue positiva, el otro 50% no ha participado por falta de credibilidad y desinterés. Los programas en que han participado han sido realizados por CARE, Zamorano y grupo GÜIA.

Entre los productores de comparación, un 80% ha participado en algún programa de capacitación considerando positivo los programas, el otro 20% no ha participado por desinterés. Las instituciones que han participado con los agricultores son del Ministerio de Salud Pública, Vecinos Mundiales y Zamorano.

Por tanto la diferencia de 30% entre ambos grupos, demuestra que la actitud de los agricultores a la participación es menor en los productores del sitio de referencia.

4.3.6 Capital físico

Los productores del sitio de referencia valoran similarmente sus tierras, pero no así sus casas, ya que hubo una fuerte diferencia entre ambos grupos. El uso de la tierra por los productores es bastante similar, ya que está enfocado en agricultura o áreas sin uso como pastizales, guamiles y forestales. Una característica del valor de los terrenos fue que las tierras con menor valor correspondía a los productores con mayor terreno, y las de menor valor a los que poseían menor cantidad de tierra o cultivo de café (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de las características del capital físico de los productores del sitio de referencia contra los productores de comparación de la microcuenca El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

	Grupo de línea base	Grupo de comparación
Área de los productores	40% de los productores con 2 mz de tierra en promedio, 60% con 9.76 mz en promedio	20% de los productores con 0.75 mz promedio, 80% con 8.83 mz de promedio
Uso del área	20% agrícola únicamente, 80% agrícola y silvopastoril	40% agrícola únicamente, 60% en agrícola y silvopastoril.
Valor de la tierra	Oscilo entre 1,000 y 10,000 Lps/mz, 7,500 Lps/ mz promedio	Rango entre 1,700 y 10,000 Lps/mz, con promedio de 5,500 Lps/mz
Valor de las viviendas	12,800 Lps como promedio, con valores desde los 4,000 hasta 10,000 Lps	48,750 Lps como promedio, oscilando entre 10,000 y 100,000 Lps

4.3.7 Cultivos

Se encontró que los agricultores tenían los siguientes cultivos:

4.3.7.1 Maíz. El 100% de los agricultores del sitio de referencia siembran, un 80% solo en primera y un 20% en primera en algunas tierras, en postrera en otras, mientras que el 80% de los agricultores de comparación siembran, todos en primera.

4.3.7.2 Frijol. Sembrado por los agricultores de línea base y de comparación en un 40% y 20% respectivamente, los primeros en primera y los segundos en primera y postrera.

4.3.7.3 Café. 100% de los agricultores del sitio de referencia lo siembran y un 80% de los de comparación. El café es sembrado por ambos con sombra de banano o de árboles propios para sombra.

4.3.7.4 Banano. Sembrado por los agricultores del área de estudio únicamente, asociado este cultivo con la producción de café utilizado como sombra.

4.3.7.5 Otros cultivos. Un 20% de los agricultores del sitio de referencia siembran hortalizas como chile dulce, zanahoria y repollo. Un 20% de los agricultores de comparación siembran papa en primera y postrera.

4.3.8 Costos de producción

Los costos de producción fueron bastante variantes encontrando que hay una diferencia de 300 Lps entre la media de los costos de producción de maíz. Los costos de producción de frijol son similares en ambos grupos, así mismo costos del cultivo de café. Los costos de producción de hortalizas tenían que hacerse juntos, ya que la producción es menor a un 10% de una manzana, y el productor no diferencia costos, además de haberse extrapolado los costos para poder comparar con los otros cultivos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de costos por cultivo entre los productores del sitio de referencia y los de comparación, El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. 2001.

Cultivo	Costos	
	Grupo de línea base	Grupo de comparación
Maíz	Varía entre los 860 y 1,600 Lps/ mz, con valor de medio de 1,300 Lps/ mz	Oscila entre 960 y 2,400 Lps/ mz con un promedio de 1,600 Lps/ mz.
Frijol	Varían desde los 740 a los 1,080 con promedio de 910 Lps/ mz	El valor encontrado fue de 800 Lps/ mz ya que solo un agricultor produce fríjol.
Café	Va de los 200 hasta 200 a los 1,760 Lps/ mz, con un promedio de 1,050 Lps/ mz.	Estuvo entre los 600 y 1500 Lps/ mz, con una media de 1085 Lps/ mz
Otros	El costo promedio de las hortalizas (chile dulce, zanahoria, repollo) fue de 10,000 Lps/ mz	Los costos de producción de papa, ya que solo un productor siembra es de 580 Lps/ mz

4.3.9 Producción

4.3.9.1 Maíz. La producción de los agricultores del sitio de referencia es 24.5 qq/ mz promedio y en los agricultores de comparación, fue de 21 qq/ mz, en ambos casos mayormente utilizado en consumo, y el excedente vendido a vecinos.

4.3.9.2 Frijol. El promedio de producción fue de tres qq/ mz en el sitio de referencia y de 1.5 quintales para los productores de comparación, utilizado en su totalidad para consumo.

4.3.9.3 El café. Se produce a razón de 24 qq uva/ mz en el sitio de referencia y 29 qq/ mz en las parcelas de comparación, vendiéndose a intermediarios en Güinope.

4.3.9.4 Otros cultivos. Las hortalizas son vendidas en mercados de Tegucigalpa a mayoristas y revendedores, la producción oscila en 25,000 repollos, 600 qq/ mz de zanahoria y 24,000 chiles por manzana.

4.3.10 Tecnología

En cuanto al grado de tecnología usada por los cinco agricultores del área de estudio el 80% preparan sus tierras de forma manual, un 20% utiliza tracción animal alquilada, mientras en el grupo de comparación el 80% prepara manualmente y un 20% utiliza maquinaria alquilada. La semilla utilizada para cultivos anuales es criolla en ambos grupos. La semilla de las hortalizas que es mejorada y comprada en agropecuaria.

En el sitio de referencia el 80% de los agricultores usa fertilizante químico y un 20% no usa ningún tipo de fertilizante, tanto que los productores de comparación los cinco usan fertilizantes químicos. La mano de obra es un 50% contratada en el sitio de referencia mientras en el otro grupo representa un 60%; la mano de obra familiar es 50% y 20% para los productores de línea base y comparación respectivamente, y un 20% de la mano de obra de los agricultores de comparación es mezcla de familiar y contratada.

4.3.11 Capital ambiental

Para este criterio se encontraron los siguientes resultados:

Grupo de línea base	Grupo de comparación
No ha habido instituciones que evalúen el daño ocasionados por el huracán Mitch	No ha habido instituciones que evalúen el daño ocasionados por el huracán Mitch
Los mayores daños fueron en cultivos, principalmente en café	Hubieron daños en infraestructura, pérdida de tierras, animales y cultivos.
El 60% de los agricultores usan medidas de conservación, usando cultivos en contorno y barreras vivas	El 60% de los agricultores usan medidas de conservación de suelos, usando mayormente cultivos en contorno, barreras rompevientos y barreras vivas
Consideran sus tierras más susceptibles a deslaves	Consideran sus tierras mas susceptibles a deslaves y derrumbes, uno de ellos considera mas susceptible a incendios
Un 40% quema su residuos de casa, un 20% la bota, un 20% quema y bota y un 20% entierra y quema	El 60% bota la basura y el 40% bota y vende basura como botellas.
Todos tienen letrina en su vivienda	Todos tienen letrina en su vivienda
Todos usan leña en alguna actividad	Todos usan leña en alguna actividad

4.3.12 Financiamiento

En el grupo del área de estudio como en el de comparación solo un 20% tienen hábito de ahorro. Del grupo de línea base un 40% ha pedido crédito en la cooperativa con plazo semestral, cancelando con dinero, se les ha cobrado un interés anual y el destino su préstamo ha sido para agricultura. El 20% de los participantes de comparación ha pedido crédito a la cooperativa, en un plazo semestral, cancelando con dinero, se le ha cobrado interés anual y el destino ha sido para la vivienda.

5. CONCLUSIONES

La documentación de la información obtenida del sitio de referencia en la microcuenca El Zapotillo, Güinope, permite conocer las características de los suelos que servirán como base para la realización del monitoreo del cambio en el balance hídrico a través del cambio en el uso de la tierra.

En cuanto el uso de la tierra se encontró que los usos mas frecuentes eran cultivos de maíz y de café, pero con mas de la mitad de la tierra en descanso. Esto permite que el suelo se encuentre mejor protegido de la erosión.

Los suelos encontrados en el sitio de referencia son similares en profundidad, capacidad de uso, clase textural y estructural.

La principal limitante de los suelos del sitio de referencia está orientada a las pendientes pronunciadas que van de los 30 a 60%, y según la clasificación estos suelos estan limitados a uso de pastos permanentes y bosques, pero que al utilizar medidas intensivas de conservación se pueden usar para la agricultura.

Los agricultores del sitio de referencia son representativos de los habitantes de la microcuenca debido a las similitudes en tamaño del grupo, edad, educación, sistemas de cultivo y actitud al financiamiento; sin embargo, se debe tener cuidado en las interpretaciones y extrapolaciones, por ser un grupo pequeño.

Al utilizar el GPS en el mapeo de las tierras se obtiene mayor exactitud y mejor información que al hacer delimitaciones con fotografías aéreas, ya que se observan detalles relacionados al momento de realizar las mediciones.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda que a futuro se realicen estudios de la cuantificación de agua, en cuanto a calidad y cantidad, y así aumentar el conocimientos del lugar para el monitoreo en el tiempo de los cambios que se realicen sobre el sitio de referencia.

Es recomendable que se diseñe un programa de manejo de los suelos para favorecer las condiciones del lugar, y que de ésta forma se pueda comenzar un proceso de protección de la cuenca para la producción de agua que beneficia a la comunidad de Güinope.

Se recomienda estudiar alternativas que transformen las áreas que están siendo utilizadas para cultivos anuales a un uso con plantas permanente como ser frutales, banano, platano y café.

Se recomienda que el estudio socioeconómico se realice cada dos años para poder monitorear los cambios en el tiempo y con los productores del resto de la microcuenca que existan en el grupo de línea base.

7. BIBLIOGRAFIA

Agenda Ambiental de Honduras, s.f. Tegucigalpa, Honduras. (83 p.)

Agricultura sostenible en laderas (1995, Comayagua, HN). 1996. Primer Encuentro de Instituciones Públicas y Privadas: memoria. Tegucigalpa, HN. 38 p.

Barahona, R. 2000. Caracterización detallada de los suelos de San Nicolás y prácticas recomendadas para su uso sostenible, El Zamorano, Honduras. Tesis ing. Agr. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 42 p.

Brady, N; Weil, R. 1999. The nature and properties of soils. New Jersey. Prentice-Hall. 881 p.

Cavazos, T.; Rodríguez, O. 1992. Manual de prácticas de física de suelos. México. Editorial Trillas. 99 p.

Davis, B. 1996. GIS: a visual approach. GIS and the information age. Santa Fe, NM, USA. ONWORD Press p. 1 – 36.

Díaz, R.; Torella, J.; Santanatoglia, O. 1993. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la estabilidad estructural y contenido de gomas microbianas. Turrialba 43(1): 1-6

Dourojeanni, A. 1994. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas. Mérida, Venezuela. CEPAL. 221 p.

Erikson, N. 1994. Manual de conferencias de introducción a suelos. Zamorano Academic Press. 81 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1996. Planificación y ordenación de cuencas hidrográficas con ayuda de computadora tecnologías para la planificación nacional. Roma. 94 p.

Faustino, J. 1987. Variables determinantes en la identificación de áreas críticas en tierras de ladera. *In* Conferencia de usos sostenidos de la tierra (1987, Quito, Ecuador). Memoria p. 5-43.

Instituto Geográfico Nacional, 1992. Mapa Geológico, Yuscarán, Honduras, C.A. Tegucigalpa, Honduras. Esc.1:50.000. Color.

Honorato P, R. 2000. Manual de edafología. 4ª edición. México. Alfa Omega Grupo Editor. p. 267

Jastrow, 1996. Soil aggregate formation and the accrual of particle and mineral associated organic matter. *Soil Biologic Chemistry*. Vol. 28 No. 4/5:665-676.

Lee, M. 1999. Introducción al tema del manejo integrado sostenible de las cuencas, hidrográficas *in* II Curso Internacional de Manejo Integrado y Sostenible de Cuencas Hidrográficas. Zamorano, Honduras. s.p.

Meyer, D. 2001. Apuntes de clase de protección de los recursos naturales. Los recursos acuáticos. Zamorano, Honduras. 9 p.

Narro Farias, E. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. Propiedades físicas del suelo importantes para la agricultura. México. Editorial Trillas. p. 33-58.

Perfect, E.; Kay, B.; Van Loon, W.; Sherad, R. 1990. Rate of change in soil structural stability under forages and corn. *Soil Science Society of America* 54: 179-186.

Porta, J; López-Acevedo, M; Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2ª edición. Madrid, España. Ediciones MUNDI-PRENSA. 849 p.

Rivera Peña, N. s.f. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas y su importancia (en línea). Costa Rica. Consultado el 10 de oct. 2001. disponible en <http://www.edyd.edu/humedalescostarica/manejodecuencas.html>

Ramakrishna, B. 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, Costa Rica. 338 p.

Richters, E. 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central; hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, Costa Rica. IICA. 439 p.

Rodríguez, V.1999. Caracterización y evaluación participativa de aspectos biofísicos y socioeconómicos de las microcuencas El Capiro y El Zapotillo, Güinope, El Paraíso, Honduras. Tesis ing. Agr. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 89 p.

Stine, MA. 2000. Agricultural soil quality and its relationship to corn yield in three region of honduras. M.Sc. Thesis. Maryland, USA. University of Maryland. 161 p.

Proyecto UNIR-Zamorano. 1997. Programa de Desarrollo Sostenible de la Región del Yeguaré; Nuestra Comunidad Güinope. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 9 p.

Waternunc. 2000. La FAO anuncia el año internacional para las montañas en el 2002 (en línea). Roma, Italia. Consultado 7 de sep. 2001. disponible en <http://www.waternunc.com/esp/fao9sp.ht>

