

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE
CARRERA AGRONOMÍA TROPICAL
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**



Informe final de servicios realizados en el cultivo de *Persea americana* L. “aguacate” en la Unidad Agrícola “Familia León” Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.

ESTUDIANTE:

**DAVID ALEJANDRO AQUILÁ RAFAEL
201340615**

ASESOR:

ING. AGR. AUGUSTO ISRAEL SOLARES ROSALES

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE 2015



Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

Rector

Dr. Carlos Enrique Camey Rodas
General

Secretario

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

Dra. Alba Ruth Maldonado de León
Presidenta

Representantes de Profesores

MSc. Mirna Nineth Hernández Palma
Secretaria

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Vocal

Representante Graduado del CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

Representantes Estudiantiles

TS. Elisa Raquel Martínez González

Vocal

Br. Irrael Esduardo Arriaza Jérez

Vocal

COORDINACION ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical

Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera

Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Licda. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinador Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Celso González Morales

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Licda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

MSc. Paola Marisol Rabanales

Mazatenango, 09 de noviembre de 2015.

Señores:
Comisión de Práctica Profesional Supervisada
Centro Universitario de Sur Occidente
Mazatenango, Suchitepéquez

Respetables señores:

De conformidad con lo que establece el reglamento de Práctica Profesional Supervisada que rige a los centros regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar al título de "TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA", someto a consideración de ustedes el informe Final de Práctica Profesional Supervisada titulado "**Informe final de servicios realizados en el cultivo de *Persea americana* L. "aguacate" en la unidad agrícola "Familia León", Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.**

Esperando que el presente trabajo merezca su aprobación, sin otro particular me suscribo.



David Alejandro Aquilá Rafael
Carné 201340615

Mazatenango, 09 de noviembre de 2015.

Señores:
Comisión de Práctica Profesional Supervisada
Centro Universitario de Sur Occidente
Mazatenango, Suchitepéquez

Respetables señores:

Atentamente me dirijo a ustedes para informar que como asesor de la Práctica Profesional Supervisada del estudiante David Alejandro Aquilá Rafael, con número de carné 201340615, de la carrera de TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, ha finalizado la revisión del informe final escrito correspondiente a dicha práctica, el cual considero reúne los requisitos indispensables para su aprobación.

Sin otro particular, me permito suscribirme de ustedes atentamente,



Ing. Agr. Augusto Israel Solares Rosales
Supervisor - Asesor

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. DESCRIPCION GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA.....	3
Nombre.....	3
Localización.....	3
Vías de acceso.....	3
Ubicación geográfica.....	3
Tipo de institución.....	3
Objetivos de la unidad de práctica.....	3
Servicios que presta.....	4
Horario de funcionamiento.....	4
Croquis de la unidad productiva.....	5
Mapa de ubicación de la unidad productiva.....	6
Admistración.....	7
Organización de la unidad productiva.....	7
Descripción ecológica.....	8
Zona de vida y clima.....	8
Suelo.....	8
Hidrología.....	9

IV. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS.....	10
1. Evaluación y medición cuantitativa de la erosión hídrica superficial del suelo en la unidad de práctica.....	10
1.1. Justificación	10
1.2. Revisión bibliográfica	10
1.3. Objetivo específico	12
1.4. Metas.....	12
1.5. Metodología.....	12
1.6. Recursos.....	15
1.7. Presentación y discusión de resultados.....	16
1.8. Evaluación.....	22
2. Generación de información sobre las características físicas del suelo de la unidad de práctica.....	23
2.1. Justificación.....	23
2.2. Revisión bibliográfica.....	23
2.3. Objetivo específico.....	26
2.4. Metas.....	26
2.5. Metodología.....	26
2.6. Recursos.....	31
2.7. Presentación y discusión de resultados	31
2.8. Evaluación.....	44

3. Implementación de medidas y/o prácticas de manejo y conservación de suelo en la unidad de práctica.....	45
3.1. Justificación.....	45
3.2. Revisión bibliográfica.....	45
3.3. Objetivo específico.....	46
3.4. Metas.....	47
3.5. Metodología.....	47
3.6. Recursos.....	48
3.7. Presentación y discusión de resultados	48
3.8. Evaluación.....	49
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	52
VIII. ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Horario de funcionamiento de labores en la unidad agrícola.....	4
Cuadro 2: Cálculo de densidad aparente.....	16
Cuadro 3: Relación milímetros de lluvia con centímetros de suelo erosionado, sector aguacate.....	17
Cuadro 4: Relación milímetros de lluvia con centímetros de suelo erosionado, sector asocio.....	19
Cuadro 5: Clases texturales del suelo... ..	24
Cuadro 6: Datos de calicata sector aguacate.....	43
Cuadro 7: Datos de calicata sector asocio.....	43
Cuadro 8: Lecturas para la pendiente del sector aguacate.....	58
Cuadro 9: Lecturas para la pendiente del sector asocio.....	58
Cuadro 10: Lecturas para la pendiente del sector limón persa.....	59
Cuadro 11: Lecturas para la pendiente del sector café.....	59
Cuadro 12: Lecturas de clavos en sector aguacate.....	60
Cuadro 13: Lecturas de clavos en sector asocio.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Croquis de unidad productiva.....	5
Figura 2: Mapa de ubicación de la unidad productiva.....	6
Figura 3: Organigrama de la unidad agrícola “Familia León”	7
Figura 4: Métodos utilizados para cuantificar erosión.....	11
Figura 5: Medición de pendiente.....	25
Figura 6: Determinación textural de muestra general.....	32
Figura 7: Determinación textural del horizonte A en calicata 1.....	35
Figura 8: Determinación textural de la transición A-B en calicata 1.....	36
Figura 9: Determinación textural del horizonte B en calicata 1.....	38
Figura 10: Determinación textural del horizonte A en calicata 2.....	39
Figura 11: Determinación textural de la transición A-B en calicata 2.....	41
Figura 12: Determinación textural del horizonte B en calicata 2.....	42
Figura 13: Plateo en el cultivo aguacate.....	48
Figura 14: Parcela de erosión en el sector aguacate.....	55
Figura 15: Parcela de erosión en el sector asocio.....	55
Figura 16: Cilindro galvanizado.....	55
Figura 17: Horno de convección.....	55
Figura 18: Medición de los clavos.....	55
Figura 19: Perfil y horizontes del suelo.....	55
Figura 20: Muestra de suelo agitada en la licuadora.....	56
Figura 21: Muestra de suelo en el cilindro de sedimentación.....	56

Figura 22: Volteo del cilindro de sedimentación.....	56
Figura 23: Hidrómetro suspendido en la solución.....	56
Figura 24: Lectura de temperatura.....	56
Figura 25: Lectura de altura entre el suelo y el nivel.....	56
Figura 26: Calicata del sector aguacate.....	57
Figura 27: Calicata del sector asocio.....	57
Figura 28: Perfil de suelo del sector aguacate.....	57
Figura 29: Perfil de suelo del sector asocio.....	57

RESUMEN

Durante el proceso de diagnóstico de la Práctica Profesional Supervisada (P.P.S.), realizado en la unidad agrícola “Familia León”, se obtuvo información de suma importancia respecto al manejo técnico que implementan al cultivo de ***Persea americana L.*** (aguacate), dicha información sirvió de base para enumerar y jerarquizar de acuerdo a su valor de importancia problemas detectados dentro del proceso.

Por tal motivo en el presente informe se dan a conocer detalladamente los servicios planificados, desarrollados y efectuados, cuyo propósito fue contribuir directa e indirectamente en la solución de las problemáticas detectadas específicamente para el cultivo de ***Persea americana L.*** Entre las actividades y/o servicios realizados en la unidad de práctica se tuvo:

Medir cuantitativamente la erosión hídrica superficial, este servicio se efectuó en el sector aguacate y sector asocio de la unidad de práctica, por medio del método directo denominado “clavos de erosión”, para lo cual se tomaron datos semanalmente desde 12/09/15 al 10/10/15 logrando obtener como resultado para el sector aguacate (1.21 ha) una erosión neta de 29.4 ton/ha específicamente en pendientes del 42 %, mientras que para el sector asocio (7.93 ha) se obtuvo una erosión neta de 64.7 ton/ha específicamente en pendientes del 70 %, durante el lapso de tiempo de este servicio (un mes aproximadamente) se tuvo una precipitación pluvial promedio semanal de 188 mm (753.5 mm mensuales), desde el 12 de septiembre al 10 de octubre.

Generar información de las propiedades físicas del suelo, este servicio se sub-dividió en tres aspectos; el primero fue la determinación general de la clase textural del suelo a partir del método del Hidrómetro de Bouyoucos obteniendo un tipo de suelo franco arcilloso arenoso; el segundo aspecto fue la pendiente general la cual se estimó con un nivel de albañilería obteniendo un 50% de pendiente; el tercer aspecto es el perfil del suelo, se hicieron dos calicatas una en el sector asocio y otra en el sector aguacate, a cada calicata se le midió la profundidad de sus horizontes así mismo por el método de Bouyoucos se le determinó el tipo de textura, obteniendo los siguientes resultados:

Calicata del sector aguacate [(Horizonte A= profundidad de 56cm y textura franco arcillo arenoso) y (Horizonte B=profundidad de 84cm y textura franco arcilloso)],

Calicata del sector asocio [(Horizonte A= profundidad de 65cm y textura franco arcillo arenoso) y (Horizonte B= profundidad de 73cm y textura franco arcilloso)].

Implementar prácticas de manejo y conservación de suelo, este servicio se realizó en el sector aguacate (1.13 hectáreas) efectuando plateos de un metro de diámetro a las 485 plantas de aguacate de dicho sector, con el propósito de brindar un control de maleza de tipo localizado y mantener cobertura vegetal entre surcos y calles del cultivo de aguacate, para disminuir los problemas de erosión ya cuantificados.

I. INTRODUCCION

La unidad agrícola “Familia León” es una institución agrícola privada, propiedad absoluta del señor Basilio Enrique León Rodríguez quien representa y responde a las obligaciones económicas, coordinaciones de trabajo de campo y coordinaciones administrativas de tal unidad.

Esta unidad se encuentra ubicada en la costa sur de Guatemala, en jurisdicción del municipio de Pueblo Nuevo del departamento de Suchitepéquez, abarca una extensión territorial de 11.025 hectáreas, de las cuales el 10% lo constituye el sector aguacate (1.133 ha), el 75% lo conforma el sector asocio café-aguacate-otros (8.236 ha), mientras que un 10% pertenece al sector café (1.183 ha) y finalmente el 5% restante lo conforma el sector limón persa (0.473 ha).

En el diagnóstico realizado al cultivo de *P. americana L.* “aguacate” en la unidad productiva, se detectaron y jerarquizaron los problemas que pueden trascender durante el proceso productivo del cultivo, motivo por el cual se han propuestos servicios y/o actividades para dar solución a tales problemas y que a su vez permitirán contribuir en el desarrollo productivo de la unidad de práctica.

En la unidad productiva se ejecutaron tres servicios, los cuales se presentan en un orden lógico de acuerdo a su valor de importancia y basados en el diagnóstico, estos estuvieron planificados y organizados con base al tiempo disponible de ejecución de la P.P.S., el cual fue de 60 días. En este informe final de servicios se presentan: Los problemas, la justificación del porque se resolvieron, los objetivos alcanzados, las metas conseguidas para cada actividad, la metodología realizada que estuvo diseñada de acuerdo a los objetivos, los recursos con los que se dispuso, entre otros.

II. OBJETIVOS

General:

- Desarrollar servicios y/o actividades que permitan solucionar problemas agrícolas determinados durante el proceso de diagnóstico en la Unidad Agrícola “Familia León”, enfocadas específicamente para el cultivo de aguacate “*Persea americana L*”.

Específicos:

- Medir cuantitativamente la erosión hídrica superficial del suelo, en el sector aguacate y sector asocio de la unidad de práctica.
- Generar información sobre las características físicas y topográficas del suelo de la unidad de práctica.
- Implementar medidas y/o prácticas de manejo y conservación de suelo en el sector aguacate, para contrarrestar la erosión generada indirectamente por el inadecuado, extensivo y excesivo control químico de malezas.

III. DESCRIPCION GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

Nombre

Unidad Agrícola “Familia León”

Localización

La Unidad Agrícola “Familia León” se encuentra ubicada en la costa sur de Guatemala, en jurisdicción del municipio de Pueblo Nuevo, del departamento de Suchitepéquez, sus colindancias son: al norte con el Cerro Pecúl, al sur con la Finca Dolores, al este con Finca Alta Mira y al oeste con Finca Patio Bolas. (Ver figura 1 y 2 en las páginas 5 y 6 respectivamente).

Vías de acceso

La Unidad Agrícola “Familia León” se encuentra a 186 kilómetros de la ciudad capital, la vía de ingreso principal hacia la unidad de práctica es por la aldea San Francisco Pecúl la cual queda a una distancia aproximada de 4.8 km, y de la aldea hacia el centro de Pueblo Nuevo existe una distancia de 4.5 km, existiendo un total de 9.3 km de distancia entre la unidad de práctica y la cabecera municipal.

Ubicación geográfica

La Unidad Agrícola “Familia León” se encuentra ubicada altitudinalmente sobre los 1460 a 1650 metros sobre el nivel del mar (msnm). Geográficamente se encuentra ubicada a una latitud norte de 14°40’60” y a una longitud oeste de 91°31’59” con respecto al meridiano de Greenwich.

Tipo de institución

La Unidad Agrícola “Familia León” es una institución agrícola privada, representada por la familia León, propietaria absoluta de 0.25 caballerías de la finca Asturias y Anexos S.A., específicamente por el señor Basilio León quien representa y responde las obligaciones económicas y coordinaciones de trabajo administrativo y de campo.

Objetivos de la unidad de práctica

- Establecer el 70% de área de la unidad productiva, con el cultivo de aguacate y un 20% con el cultivo de café.
- Sembrar árboles de cedro “*Cedrela odorata*” en los barrancos de la unidad de práctica.

Servicios que presta

La Unidad Agrícola “Familia León” actualmente no presta servicios de ninguna índole hacia su personal de campo ni otros.

Horario de funcionamiento

El horario de funcionamiento para el personal de la unidad de práctica de acuerdo a su función se presenta a continuación:

Cuadro 1: Horario de funcionamiento de labores en la unidad agrícola.

Personal	Horario (hrs)
Trabajadores de campo	11:30am-5:00pm
Seguridad	11:30am-5:00pm

Fuente: Autor 2015.

El horario del personal de campo mostrado en el cuadro anterior es un estimado debido a que en ocasiones se suele entrar y salir más temprano o más tarde dependiendo del tipo de trabajo que ordene el propietario del área productiva, esto aplicado de lunes a sábado, en cuanto al horario del seguridad ocurre lo mismo con respecto al personal de campo. El tiempo de almuerzo es de aproximadamente 45 minutos, entre la 12:30 pm hasta las 1:15pm.

Croquis de la unidad productiva

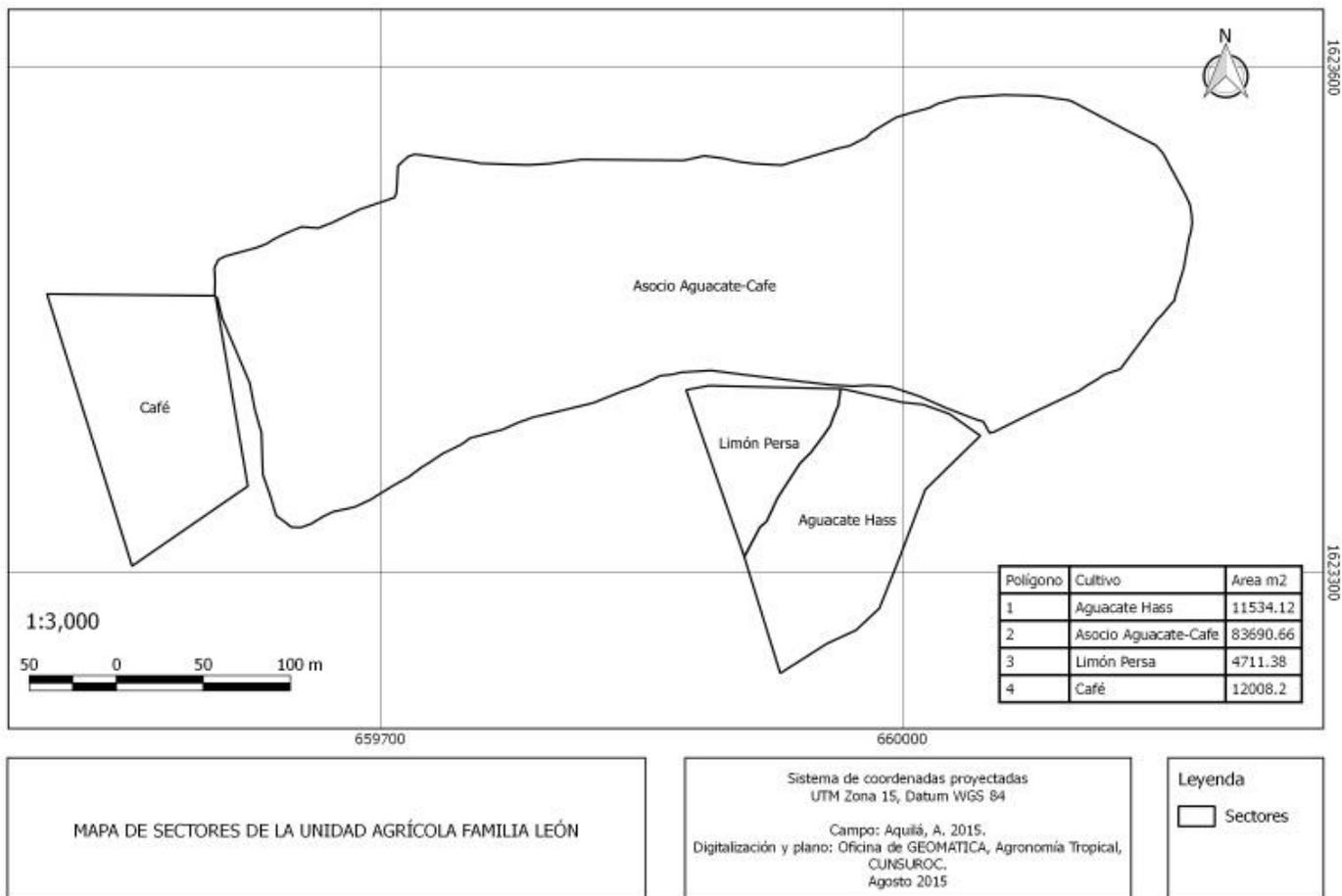


Figura 1: Croquis de la Unidad Agrícola “Familia León”

Fuente: Autor, 2015.

Mapa de ubicación de la unidad productiva

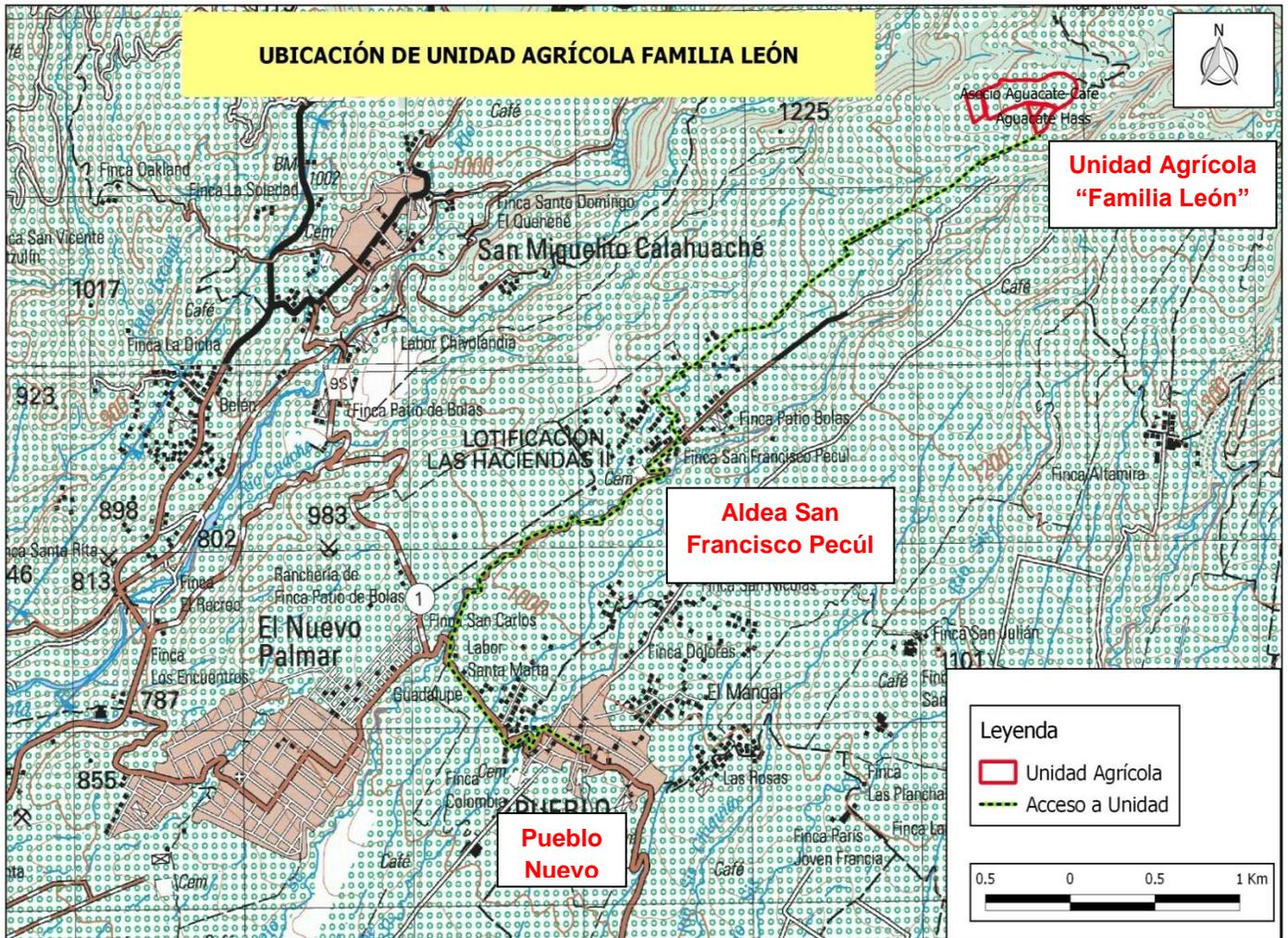


Figura 2: Mapa de ubicación de la Unidad Agrícola "Familia León"
Fuente: Autor, 2015.

Administración

Organización de la unidad productiva



Figura 3: Organigrama de la Unidad de Agrícola “Familia León”.
Fuente: Autor, 2015.

Descripción del organigrama

Propietario/administrador: Es el dueño, máxima autoridad de la unidad agrícola, toma la función de representante legal, toma decisiones, planifica, administra y hacer ejecutar todas las actividades necesarias que se realicen dentro del área agrícola.

Sub-propietario/supervisor: Al igual que el absoluto propietario, toma decisiones, hace ejecutar y evalúa las actividades que realice el personal de campo.

Personal de campo: Es el personal que recibe órdenes de los niveles superiores, encargados de todas las actividades de campo.

Seguridad: Es el encargado de brindar seguridad al resto del personal tanto administrativo como de campo, cuida los materiales de valor de la unidad de práctica, así como también toda el área del cultivo existente.

Descripción ecológica

Zona de vida y clima

Según Holdridge una zona de vida es un sistema de clasificación ecológica realmente útil debe tener límites bien definidos, ser sensible a los pequeños cambios que ocurren en la vegetación (muchas veces a corta distancia), ya sea en uno o varios de los factores ambientales que afectan el desarrollo o la presencia de los ecosistemas.

De acuerdo a Holdridge L. (1982) la Unidad Agrícola "Familia León" se encuentra ubicada en una zona de vida "Bosque muy húmedo, Pre-montano.

Según Köppen-Geiger (2012) en la unidad de práctica y en el municipio de Pueblo Nuevo en general, la temperatura media anual hasta el año 2012 se encontraba a 22.4 °C con una precipitación de 3604mm anuales.

Hasta el 2012 el mes más caluroso había sido mayo con un promedio de 23.2°C al día, mientras que el mes más frío de ese mismo año fue enero con 21.4 °C. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 591 mm. Las temperaturas medias variaron durante el año en un 1.8 °C.

Para tener una idea representativa del comportamiento climatológico de la Finca Asturias y por ende de la unidad de práctica, se ha tomado como referencia la precipitación pluvial y temperatura de la Finca Nubes, ya que esta finca al igual que la Finca Asturias colindan y forman parte del cerro Pecúl, además ambas fincas se encuentran ubicadas en la zona de vida "Bosque muy húmedo, sub-tropical cálido". Según Raymundo Ajpop (2015), en Finca las Nubes durante el año 2014, la temperatura mínima promedio al día fue de 15 °C y la temperatura máxima promedio al día fue de 25 °C, mientras que para ese mismo año hubo una precipitación pluvial de 4300 mm anuales.

Suelo

Tipo de suelo según su origen

Según Simmons, Tarano y Pinto (1959) los suelos de la Unidad Agrícola "Familia León", han sido clasificados en el grupo **I. Suelos de las Montañas Volcánicas** los cuales se caracterizan por tener, un material madre de ceniza volcánica de color claro o roca, con un relieve suavemente inclinado a muy ondulado, drenaje interno bueno, color superficial del suelo café muy oscuro a negro, posee una textura y consistencia franca, friable y turbosa, una profundidad de suelo superficial de 30-70cm.

En cuanto a las características que influyen su uso se tiene; drenaje a través del suelo de nivel mediano, capacidad de abastecimiento de humedad muy alta, capa que limita la penetración de raíces ninguna, en cuanto al peligro de erosión es alto, fertilidad natural mediana y los problemas especiales en el manejo del suelo son la gran altitud y combate de erosión. (Simmons, Tarano y Pinto, 1959)

Los suelos de las plantaciones de aguacate de la unidad de práctica, son un tipo de suelo del **orden Andisoles** (suelos negros de formaciones volcánicas, se caracterizan por su mineralogía requieren de una rápida meteorización de las cenizas volcánicas, específicamente son suelos derivados de cenizas volcánicas), **suborden Udico** (régimen de humedad característico de los suelos de climas húmedos con una distribución regular de la pluviometría a lo largo del año, al tratarse de un régimen de humedad percolante existen pérdidas importantes de calcio, magnesio, potasio entre otros, los suelos viejos de este régimen tienden ácidos e infértiles).

Potencial de fertilidad alto (capacidad del suelo para mantener su fertilidad natural), **saturación de bases de regular a alto** (cantidad de iones cargados positivamente, excluyendo a los iones de hidrogeno y aluminio, la saturación de bases se relaciona con el pH del suelo debido a que un valor saturación de base alto indica que los sitios de intercambio de una partícula de suelo están dominada por iones no ácidos). Lo anterior se determinó con base a la ubicación geográfica de la unidad de práctica y de acuerdo al mapa de clasificación de suelos de Guatemala, establecido por el Maga (MAGA, 2002).

Hidrología

Dentro del área agroecológica que constituye la unidad de agrícola “Familia León” (11 hectáreas) no se encuentra ningún tipo de fuente hídrica (como; ríos, nacimientos, lagunas, entre otros.) que puedan ser utilizadas para el abastecimiento de agua para el manejo agronómico de los cultivos.

IV. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS

Para poder cumplir con los objetivos y/o servicios planteados para la unidad de práctica durante el proceso de la P.P.S. se procedió a realizar lo siguiente:

1. Medición cuantitativa de la erosión hídrica superficial del suelo en la unidad de práctica, durante un mes aproximadamente.

1.1. Justificación

El suelo es una de las riquezas y recursos naturales más importantes explotadas en Guatemala, por ende se debe evitar la pérdida de este ente natural, realizando manejos adecuados donde se produzca con sostenibilidad principalmente en terrenos con pendientes arriba del 15%.

Durante el proceso de diagnóstico de la unidad agrícola, (Aquilá, 2015), se han detectado que existen problemas de erosión hídrica sobre todo en el sector aguacate, esto debido a que no realizan ningún tipo de práctica de manejo y/o conservación del recurso suelo, así mismo el manejo agronómico del cultivo de aguacate que implementan en la unidad de práctica incide indirectamente en tal problemática, como en el caso del control de maleza, el cual no permite mantener una cobertura vegetal que pueda contrarrestar o minimizar los daños de erosión.

Las evaluaciones de erosión están enfocadas a estudios de casos particulares, en los cuales se ha medido o estimado pérdidas de suelo, en la escorrentía superficial y excepcionalmente la merma de nutrientes, principalmente en casos donde no se practica la conservación de suelos, tal y como sucede en la unidad agrícola, por ende al generar información cuantitativa sobre la erosión servirá para evidenciar y concientizar la pérdida volumétrica de suelo y a su vez servirá para la toma de decisiones y medidas preventivas para erradicar tal problema.

1.2. Revisión bibliográfica

Según Pasolac (2005), describe que la erosión hídrica causa pérdidas de suelo de gran magnitud que afecta el rendimiento de la producción agropecuario. Las principales causas del deterioro de los recursos productivos en laderas son las siguientes:

- Uso de las tierras de alto riesgo para la agricultura.
- Uso de prácticas inadecuadas.
- Descapitalización de los sistemas de producción en laderas.

Métodos para medir la erosión: existen varios métodos para medir la erosión, cada uno de ellos presenta las ventajas y está recomendado para casos particulares, a continuación en la figura cuatro se presentan la sinopsis de métodos para medir y/o estimar la erosión hídrica.

Métodos	Características	Ventajas comparativas	Recomendaciones
Clavos y rondanas	Clavos o varillas enterrados en la superficie para medir la lámina de suelo erosionada.	-Sencillo, fácil de instalar y de tomar datos puede ser realizada por el productor. -Las varillas pueden instalarse en cualquier pendiente y terreno, materiales son reutilizables.	-Sobrestima pérdidas de suelo debido a micro-localización de los clavos. -Debe cambiarse con otros métodos o validarse en el área específica para lograr una estimación confiable.
Transecto de cárcavas	-Se mide longitud de la cárcava y se divide en transectos de igual dimensión. -Sección transversal es estimada de acuerdo a la forma de la cárcava: U o V. -Medición al menos en dos momentos, antes y después del periodo lluvioso.	-Materiales para realizar la actividad de campo y de gabinete son sencillos y de bajo costo. -Procedimiento matemático es simple y las formulas sencillas.	-Puntos de referencia bien ubicados identificarlos al inicio y final de medición. -Manejo ordenado de la información y hacer cálculos inmediatamente después de la colección de datos. -Elaborar un esquema grafico de la cárcava y de ubicación de cada transecto, evita confusión.
Trampas de erosión	-Pequeñas estructuras para captar los sedimentos. -Parcelas delimitadas por barreras físicas.	-Necesita recolectar sedimentos con frecuencia de lluvia.	-Si no se diseña de acuerdo a periodos de retorno esperados puede subdimensionarse.
Perfil de suelos	-Comparación de perfiles con el propósito de estimar las pérdidas de los suelos por efectos de la erosión laminar (describe un perfil modal que servirá de patrón)	-Puede ser ejecutado por técnicos que tenga conocimientos básicos de morfología de suelos, solamente se necesita de un barreno.	-Debido a la necesidad de contar con un perfil modal no alterado, puede ser difícil encontrarlo en todas las condiciones de campo.

Figura 4: Métodos utilizados para cuantificar erosión.

Fuente: Chay, 2014.

Método de clavos. Este es uno de los métodos más recomendados, por la facilidad de implementarlo en casos particulares a nuestra región.

Ventajas del método.

- Método sencillo y fácil de instalar.
- La toma de datos es según la disponibilidad de tiempo del investigador
- La toma de datos puede ser realizada por el mismo productor.
- Las varillas pueden instalarse en cualquier pendiente del terreno.
- El método puede combinarse con otros métodos con el mismo propósito.

Recomendaciones del método.

- Las varillas se deben de instalar después de las primeras labores de siembra.
- La introducción de personas al área de estudio sea limitada.
- Resguardar las áreas de estudio del pisoteo de animales pesados.
- Se recomienda hacer las respectivas mediciones después de aguaceros fuertes, donde es más notorio las variaciones en los datos.

1.3. Objetivo específico

- Evaluar y medir cuantitativamente la erosión hídrica superficial del suelo, en el sector aguacate y sector asocio de la unidad de práctica.

1.4. Metas

- Determinar la densidad aparente (ton/m^3) del suelo en las parcelas de estudio situadas en el sector aguacate y sector asocio.
- Determinar la erosión neta en (ton/ha) que se produce durante un mes aproximadamente.

1.5. Metodología

- **Método de clavos.** Según (Cuitiño M., J. Pablo Flores V. Manual Pasolac 2005) y según la Metodología de los clavos de erosión para la evaluación cuantitativa de la erosión hídrica superficial, (Barrera, 2014):

- a) Se situaron los lugares donde posteriormente se realizaron las parcelas de toma de datos en estudio, en este caso se realizaron dos parcelas en surcos establecidos a favor de la pendiente la cual se calculó, en el sector aguacate y sector asocio de la unidad agrícola. (Ver figura 14 y 15 en anexos).
- b) Se definieron las características de las parcelas, preparación del material necesario para implementarlas y preparación de la superficie del suelo en que se instalaron las parcelas.

Nota: Las dimensiones de las parcelas fueron: 6m de largo por 1.2m de ancho, con clavos de 25cm de largo marcados a la mitad, para marcar el nivel inicial del suelo, distanciados a 30cm a lo largo y 40cm a lo ancho de la parcela, considerando la varianza máxima y un error de muestreo de 5%, cada parcela se instaló en forma aleatoria dentro del sector aguacate y sector asocio de la unidad de práctica.

- c) Se efectuó trabajo de laboratorio para determinar la propiedad física de densidad aparente del suelo de la unidad de práctica, mediante el uso del método de cilindro de volumen conocido el cual se detalla a continuación:

Densidad aparente por el método de cilindro de volumen conocido:

- Con ayuda de un machete se limpió el área elegida para realizar dicho método, para la determinación de la densidad aparente.
- Posteriormente se tomó un cilindro metálico con el interior hueco y se puso a nivel de suelo, se le colocó encima un trozo de madera y luego con un martillo se le golpeó varias veces hasta que dicho cilindro quedó enterrado a ras de suelo.

Nota: En este caso se usó un cilindro galvanizado cuyas dimensiones de altura (h) y diámetro (d) respectivamente son: $h=4\text{cm}$ y $d=5.5\text{cm}$.

- Seguidamente con ayuda de una navaja se excavó cuidadosamente alrededor del cilindro galvanizado, hasta que este se desenterró totalmente. (Ver figura 16 en anexos).
- El suelo que quedó contenido dentro del cilindro se extrajo con una navaja y se depositó dentro de una caja de metal (con su peso previamente calculado), posteriormente se le llevó a laboratorio en donde:

- Con el uso de la balanza monoplato se determinó el peso de la muestra de suelo húmedo (psh) junto con la caja metálica.
- Dicha caja con la muestra de suelo dentro, se sometió durante una hora al horno de convección, (ver figura 17 en anexos), se determinó el peso del suelo seco (pss) con la balanza monoplato, en donde posteriormente se le calculó su contenido de humedad en base seca.
- Con los datos obtenidos en los incisos anteriores, la densidad aparente se calculó dividiendo el peso de suelo seco obtenido en el inciso anterior entre el volumen que ocupa la muestra ósea el volumen del cilindro galvanizado, para ello se hizo uso de las siguientes formulas:

$$VC = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times d^2 \times h$$

En dónde=

VC: volumen del cilindro (cc)

d: diámetro (cm)

h: altura (cm)

$$Da = \frac{pss}{vc} \quad (g/cc)$$

En dónde=

Da: Densidad aparente (g/cc)

pss: peso de suelo seco (g)

vc: volumen del cilindro (cc)

- d) Se obtuvieron datos de la precipitación pluvial dentro la región durante el tiempo estipulado para ejecutar tal servicio (un mes aproximadamente). (Ver cuadros 3 y 4).
- e) Se midieron los clavos de erosión, lo cual consistió en mediciones topográficas al costado de cada clavo, obteniendo una medida de suelo perdido o sedimentado según el caso (ver figura 18 en anexos). Esto se llevó a cabo a intervalos de una vez por semana durante un mes aproximadamente. En anexos los cuadros 12 y 13, se puede observar las lecturas semanales de los clavos en las parcelas de erosión en estudio.
- f) Para cuantificar la erosión o sedimentación en toneladas/hectárea para el periodo de estudio, se multiplicó el resultado de la altura media del suelo erosionado en milímetros (calculada en el inciso anterior) por la densidad aparente del suelo en toneladas/metro cubico (calculada en el inciso c.) y por "10" que es una constante. La expresión anterior en forma matemática se presenta a continuación.

$$X_{(\text{ton/ha})} = Y * Da * 10$$

En dónde:

X: suelo erosionado o sedimentado (ton/ha).

Y: altura media de suelo erosionado o sedimentado (mm).

Da: densidad aparente del suelo (ton/m³).

10: constante matemática.

- g) Debido a que la cuantificación de erosión del inciso anterior estuvo estimada para una hectárea (10,000m²), se procedió mediante el uso de la estequiometría o regla de tres simple a cuantificar tal erosión de suelo para el sector aguacate (1.213ha=12130 m²) y sector asocio (7.938ha=7938 m²).
- h) Finalmente la erosión neta se calculó a través de la diferencia entre la erosión media del suelo y la sedimentación media, expresadas en toneladas por hectárea. Mediante la siguiente expresión matemática:

$$E_{\text{neto}} = E - S$$

En dónde:

E_{neto}: erosión neta media (ton/ha).

E: erosión normal media (ton/ha).

S: sedimentación media (ton/ha).

1.6. Recursos

Humano

- Practicante.
- Asesor de P.P.S.

Físicos

- Libreta de campo, documentos académicos.
- Pita plástica, nivel albañilería.
- Regla milimetrada, calculadora.
- Varias de 3/8 de pulgada.
- Equipo de laboratorio del CUNSUROC.

- Cinta métrica.
- Machete y navaja.
- Cilindro galvanizado y caja metálica.
- Martillo y regla de madera.

1.7. Presentación y discusión de resultados

- **Densidad aparente**

$$\text{Vol. Cilindro} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times h$$

$$\text{Vol. Cilindro} = \frac{\pi}{4} \times (5.5\text{cm})^2 \times 4\text{cm}$$

Da: pss/vc (g/cc)

Da1: 17g/95.03cc

Da2: 16.6g/95.03cc

Cuadro 2: Calculo de densidad aparente.

No. caja	Peso caja (g)	Peso caja + suelo húmedo (g)	Peso caja + suelo seco (g)	Peso suelo seco (g)	Volumen cilindro (cc)	Densidad aparente (g/cc)-(ton/m ³)
1	32.7	62.7	54.7	22	95.03	0.23-0.23
2	32.7	61.6	55.3	22.6	95.03	0.24-0.24

Fuente: Autor, 2015.

- **Sector aguacate**

Características de la parcela de erosión y del sector:

-**Área de parcela:** 6m x 1.2m = 7.2m².

-**Densidad:** 0.23g/cc.

-**Porcentaje de pendiente:** 42%.

-**Cultivo:** aguacate sembrado a curvas a nivel a un distanciamiento de 5m x 5m.

-**Control de maleza:** intensivo y excesivo con base a productos químicos de acción sistémica.

-**Área del sector:** 1.21 hectáreas.

Cuadro 3: Relación mm de lluvia con cm de suelo erosionado, sector aguacate.

# semana	Precipitación pluvial semanal	Media semanal de suelo erosionado en los clavos de la parcela	Relación mm de lluvia : cm de suelo
1	184 mm	0.44 cm	1mm : 0.0024cm
2	210.5 mm	0.18 cm	1mm : 0.0009cm
3	178 mm	0.22 cm	1mm : 0.0012cm
4	181 mm	0.28 cm	1mm : 0.0015cm

Fuente: Autor, 2015.

En el cuadro anterior se puede observar la relación que existió entre la pérdida de suelo (cm) en los clavos de la parcela de erosión del sector aguacate y la pluviometría (mm) que hubo durante el periodo de estudio de este servicio.

Para la primera semana de estudio (14 al 20 de septiembre) se tuvo un acumulado de 184 mm de lluvia provocando una media de suelo perdido (por cada clavo) de 0.44 cm, lo cual indica que por cada 1mm de agua cada uno de los clavos perdió 0.0024 cm de suelo. Durante la segunda semana de estudio (21 al 27 de septiembre) se acumularon 210.5 mm de lluvia causando en semana una pérdida media de suelo (por cada clavo) de 0.18 cm, esto indica que por cada 1mm de lluvia cada clavo perdió 0.0009 cm de suelo.

En la tercera semana de estudio (28 de septiembre al 4 de octubre) existió la menor cantidad de lluvia acumulada siendo esta de 178 mm causando en esa semana una media de suelo perdido (por cada clavo) de 0.22 cm, esto indica que por cada 1mm de lluvia cada clavo perdió 0.0012 cm de suelo. Para la cuarta y última semana de estudio (5 al 11 de octubre) el acumulado pluvial fue de 181 mm el cual provocó la pérdida media de suelo (por cada clavo) de 0.28 cm, lo cual indica que por cada 1mm de lluvia cada uno de los clavos en parcela perdió 0.0015cm de suelo.

Suelo erosionado

$$X_{(\text{ton/ha})} = Y \times Da \times 10$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = (12.5 \text{ mm}) \times (0.23 \text{ tn/m}^3) \times 10.$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = 28.75 \text{ tn/ha.}$$

$$1 \text{ ha} \text{-----} 28.75 \text{ tn}$$

$$1.213 \text{ ha} \text{-----} X \text{ ton/sector aguacate}$$

$$R // 35 \text{ tn/1.21 ha}$$

Con la fórmula anterior al multiplicar los 12.5 mm de altura media de suelo erosionado por la densidad aparente del suelo (0.23 tn/m^3) por 10; se obtuvieron 35 toneladas de suelo erosionado (erosión normal media) en las 1.21 ha del sector aguacate, esto durante el periodo de estudio siendo este un mes aproximadamente a una precipitación pluvial acumulada de 753.5 mm. Esto quiere decir que mensualmente por cada 1mm de lluvia se erosionan 0.05 toneladas de suelo en 1.21 hectáreas.

Suelo sedimentado

$$X_{(\text{ton/ha})} = Y \times Da \times 10$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = (2\text{mm}) \times (0.23 \text{ tn/m}^3) \times 10.$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = 4.6 \text{ tn/ha.}$$

$$1\text{ha} \text{-----} 4.6\text{tn}$$

$$1.213\text{ha} \text{-----} X_{\text{ton/sector aguacate}}$$

$$R// 5.6 \text{ tn}/1.21\text{ha}$$

Mientras que en la expresión matemática anterior; al multiplicar los 2 mm de altura media de suelo sedimentado por la densidad aparente del suelo (0.23 tn/m^3) por 10; se obtuvo 5.6 toneladas de suelo sedimentado (sedimentación media) en las 1.21 ha del sector aguacate, esto durante el periodo de estudio siendo este de un mes aproximadamente a una precipitación pluvial acumulada de 753.5 mm. Lo anterior indica que mensualmente por cada 1mm de agua precipitada se sedimentan 7.43×10^{-3} toneladas de suelo.

$$E_{\text{neta}} = E - S$$

$$E_{\text{neta}} = 35 \text{ (tn}/1.21\text{ha}) - 5.6 \text{ (tn}/1.21\text{ha}) = \mathbf{29.4 \text{ (tn}/1.21\text{ha})}$$

$$E_{\text{neta}} = 24.3 \text{ tn/ha}$$

En la expresión anterior al restar la toneladas de suelo erosionado con la toneladas de suelo sedimentado se tuvo un total de 29.4 toneladas netas de suelo erosionado en el sector aguacate 1.21ha de la unidad de práctica a una precipitación pluvial acumulada mensualmente de 753.5 mm. Con base a estos datos se deduce que por cada 1mm de agua se tiene una erosión neta de 0.039 toneladas de suelo en 1.21 hectáreas.

- **Sector asocio**

Características de la parcela de erosión y del sector:

-**Área de parcela:** $6m \times 1.2m = 7.2m^2$.

-**Densidad:** 0.24g/cc.

-**Porcentaje de pendiente:** 70%.

-**Cultivos:** asociados de cultivos como: en su mayoría y principalmente aguacate sembrado a curvas a nivel a un distanciamiento de 5m x 5m, pimienta y café, en menor cantidad limón persa, limón real, chalum, macadamia, entre otros.

-**Control de maleza:** intensivo y excesivo con base a productos químicos de acción sistémica.

-**Área del sector:** 7.938 hectáreas.

Cuadro 4: Relación mm de lluvia con cm de suelo erosionado, sector asocio.

# semana	Precipitación pluvial semanal	Media semanal de suelo erosionado en la parcela	Relación mm de lluvia : cm de suelo
1	184 mm	0.21 cm	1mm:0.0011cm
2	210.5 mm	0.032 cm	1mm:0.0001cm
3	178 mm	0.062 cm	1mm:0.0003cm
4	181 mm	0.047 cm	1mm:0.0002cm

Fuente: Autor, 2015.

En el cuadro anterior se puede observar la relación que existió entre la pérdida de suelo (cm) en los clavos de la parcela de erosión del sector asocio y la pluviometría (mm) que hubo durante el periodo de estudio de este servicio.

Para la primera semana de estudio (14 al 20 de septiembre) se tuvo un acumulado de 184 mm de lluvia provocando una media de suelo perdido (por cada clavo) de 0.21 cm lo cual indica que por cada 1mm de agua cada uno de los clavos perdió 0.0011 cm de suelo. Durante la segunda semana de estudio (21 al 27 de septiembre) se acumularon 210.5 mm de lluvia causando en dicha semana una pérdida media de suelo (por cada clavo) de 0.032 cm, esto indica que por cada 1mm de lluvia cada clavo perdió 0.0001 cm de suelo.

En la tercera semana de estudio (28 de septiembre al 4 de octubre) existió la menor cantidad de lluvia acumulada siendo esta de 178 mm causando en esa semana una media de suelo perdido (por cada clavo) de 0.062 cm esto indica que por cada 1mm de lluvia cada clavo perdió 0.0003 cm de suelo.

Para la cuarta y última semana de estudio (5 al 11 de octubre) el acumulado pluvial fue de 181 mm el cual provocó la pérdida media de suelo (por cada clavo) de 0.047 cm, lo cual indica que por cada 1mm de lluvia cada uno de los clavos en la parcela perdió 0.002cm de suelo.

Suelo erosionado

$$X_{(\text{ton/ha})} = Y \times Da \times 10$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = (7.1 \text{ mm}) \times (0.24 \text{ tn/m}^3) \times 10.$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = 17.04 \text{ tn/ha.}$$

$$1\text{ha} \text{-----} 17.04\text{tn}$$

$$7.938\text{ha} \text{-----} X\text{ton/sector asocio}$$

$$R// 135.26 \text{ tn}/7.938\text{ha}$$

En la fórmula anterior al multiplicar los 7.1 mm de altura media de suelo erosionado por la densidad aparente del suelo (0.24 tn/m^3) por 10; se obtuvieron 135.26 toneladas de suelo erosionado (erosión normal media) en las 7.938 ha del sector asocio, esto durante el periodo de estudio siendo este un mes aproximadamente a una precipitación pluvial acumulada de 753.5 mm. Esto quiere decir que mensualmente por cada 1mm de lluvia se erosionan 0.18 toneladas de suelo en 7.938 hectáreas.

Suelo sedimentado

$$X_{(\text{ton/ha})} = Y \times Da \times 10$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = (3.7\text{mm}) \times (0.24 \text{ tn/m}^3) \times 10$$

$$X_{(\text{ton/ha})} = 8.9 \text{ tn/ha}$$

$$1\text{ha} \text{-----} 8.9\text{tn}$$

$$7.938\text{ha} \text{-----} X\text{ton/sector asocio}$$

$$R// 70.5 \text{ tn}/7.938\text{ha}$$

Mientras que al multiplicar los 3.7 mm de altura media de suelo sedimentado por la densidad aparente del suelo (0.24 tn/m^3) por 10; se obtuvo 70.5 ton de suelo sedimentado (sedimentación media) en las 7.938 ha del sector asocio, esto durante el periodo de estudio siendo este de un mes aproximadamente a una precipitación pluvial acumulada de 753.5 mm. Lo anterior indica que mensualmente por cada 1mm de agua precipitada se sedimentan 0.1 toneladas de suelo.

$$E_{\text{neta}} = E - S$$

$$E_{\text{neta}} = 135.26 \text{ (tn/7.938ha)} - 70.5 \text{ (tn/7.938ha)} = \mathbf{64.7 \text{ (tn/7.938ha)}}.$$

$$E_{\text{neta}} = 8.15 \text{ tn/ha.}$$

En la expresión anterior al restar la toneladas de suelo erosionado con la toneladas de suelo sedimentado se tuvo un total de 64.7 toneladas netas de suelo erosionado en el sector asocio 7.938ha de la unidad de practica a una precipitación pluvial acumulada mensualmente de 753.5 mm. Con base a estos datos se deduce que por cada 1mm de agua se tiene una erosión neta de 0.08 toneladas de suelo.

Con base a los datos presentados, se demuestra y evidencia cuantitativamente que tanto en el sector aguacate como en el sector asocio de la unidad de práctica existen problemas de erosión hídrica superficial del suelo. En el sector aguacate (1.213 ha) bajo un control intensivo y excesivo de maleza y a una pendiente de 42% se tiene una pérdida neta de suelo de 29.4 toneladas. Mientras que en el sector asocio (7.938ha) donde existe mayor cobertura vegetal respecto al sector anterior, a una pendiente de 70% bajo el mismo control de maleza se tiene erosión neta de suelo de 64.7 toneladas.

Para demostrar que tan importante es mantener la cobertura vegetal para el suelo en pendientes pronunciadas y en un lugar con altas precipitaciones, se comparó la pérdida neta mensual de suelo por hectárea entre ambos sectores:

Lógicamente la mayor pérdida de suelo por hectárea se tuvo en el sector aguacate siendo este el sector de la unidad de práctica que cuenta con menor cobertura vegetal para tal sector se determinó que durante el mes de estudio de este servicio a una precipitación pluvial de 753mm; se tiene una erosión neta de suelo de 24.3 toneladas/hectárea. Mientras que en el sector asocio bajo las mismas condiciones a excepción de la intensa cobertura vegetal fueron 8.15 toneladas netas de suelo perdido por hectárea, esto demuestra la importancia y alto impacto favorable que tuvo la cobertura vegetal, finalmente entre ambos sectores se tuvo una pérdida neta total mensual de 32.45 toneladas/hectárea.

Con base a lo anterior se estima una diferencia de pérdida neta de suelo por hectárea entre ambos sectores de; 16.15 toneladas/hectárea, puesto que si el sector aguacate tuviese las mismas condiciones de cobertura vegetal respecto al sector asocio se evitaría perder aproximadamente 16 toneladas de suelo/hectárea. Esto implica un ahorro de suelo del 66% respecto al total de pérdida (24.3tn/ha) del sector aguacate. Con esto se observa claramente que existe una diferencia notable y considerable de erosión entre ambos sectores.

Según la FAO (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization= Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) (1980), designa que los valores arriba de las 200 toneladas de suelo erosionado/hectárea/año, se cataloga como una erosión alta, lo cual implica realizar manejos de conservación de suelos, tanto como siembras a nivel y realización de acequias de ladera, entre otros, de tal forma de ir recuperando y evitar la pérdida de la capa fértil de suelo.

En tan solo un mes se erosiono 32.45 toneladas netas de suelo/ha, esto representa el 16% de las 200 toneladas de suelo anual que designa la FAO como erosión alta, sin embargo al tomar como referencia la precipitación de 4300mm (precipitación pluvial anual de Finca Las Nubes, la cual es una finca que colinda y está bajo el mismo sistema de clasificación de zona de vida "Bosque muy húmedo sub-tropical cálido), posiblemente en la unidad de práctica se podrían perder 185 toneladas de suelo/hectárea/año.

A pesar de que las 185 toneladas de suelo erosionado/hectárea/año está por debajo de las 200 toneladas que cataloga la FAO para poder tomar medidas respectivas para erradicar tal problemática de la erosión, sigue siendo importante dar énfasis a estos tipos de manejo ya que debido a que el efecto no es directamente en el tiempo de acción, si no en futuras producciones puede disminuir los rendimientos de una manera considerable, específicamente por la pérdida de la capa fértil de suelo donde lógicamente se ubican la mayor parte de humedad, nutrientes y minerales disponibles y aprovechables por los cultivos.

1.8. Evaluación

Con base a los resultados anteriores, se justifica y evidencia notoriamente que si se cumplieron con las metas establecidas para la total ejecución del presente servicio, siendo estas determinar la densidad aparente del suelo (0.23 ton/m³ y 0.24 ton/m³) y la erosión neta (24.3 ton/ha y 8.15 ton/ha).

2. Generación de información sobre las características físicas del suelo de la unidad de práctica.

2.1. Justificación

Las características del suelo influyen directa e indirectamente en el desarrollo, crecimiento y productividad del cultivo de aguacate, siendo este el frutal más exigente en cuanto a las características del suelo, ya que posee un sistema radical distinto a otros frutales, limitándolo a adaptarse a suelos de características difíciles, no posee raíces terciarias, ni pelos radicales y tiene una raíz fácilmente quebradiza.

Con base a los problemas de erosión detectados durante el proceso de diagnóstico en la unidad de práctica, el conocimiento de las características físicas y topográficas del suelo es importante puesto a que estas son factores que influyen indirectamente en la presencia de erosión, en la resistencia al laboreo y manejo de suelo.

Debido a la falta de manejo y conservación de suelo, la importancia de examinar el perfil del suelo radica en dar a conocer el estado y profundidad actual de los horizontes, destacando el horizonte "A" por ser superficial y por poseer el mayor contenido de materia orgánica la cual posteriormente se transforma en suelo. Todo esto afirma la necesidad de conservar tal horizonte, pues es el más utilizado y aprovechables por las plantas y si no se le da un buen manejo puede desaparecer.

2.2. Revisión bibliográfica

Aspecto textura

Textura: Se llama textura a la composición mineral de una muestra de suelo, definida por las proporciones relativas de sus separados individuales con base a masa (arena, limo y arcilla). (Chonay, 2010).

Clases de textura:

Debido a las proporciones de arena, limo y arcilla, los suelos son agrupados en clases texturales. Según Espinoza (2014), clase textural es el nombre con el que se designa a un suelo de acuerdo a la fracción o fracciones predominantes. Se contemplan 12 clases texturales:

Cuadro 5: Clases texturales del suelo.

No.	Clase textural
1)	Arena
2)	Limo
3)	Arcilla
4)	Franco
5)	Arena franca
6)	Franco arenoso
7)	Franco arcilloso
8)	Franco limoso
9)	Franco arcillo limoso
10)	Franco arcillo arenoso
11)	Arcillo limoso
12)	Arcillo arenoso

Fuente: Espinoza, 2014.

Métodos para determinar la clase textural de un suelo:

Al tacto, según Chonay (2010):

-Arenosa: El suelo permanece suelto y los gránulos están separados individualmente, pudiendo solo ser amontonados en forma de una pirámide.

-Franca arenosa: El suelo es algo cohesivo, pudiendo ser moldeado en la forma de una esfera.

-Franco limosa: El suelo puede ser enrollado formando un cilindro grueso y corto.

-Franca: El suelo puede enrollarse en un cilindro de 15 cm de longitud.

-Franco arcillosa: El suelo forma un cilindro en U.

-Arcillosa: El suelo forma un anillo.

Según Barrera (2014):

- Análisis de tamices
- Ecuación de sedimentación
- Método del hidrómetro
- Contaje microscópico
- Método de la pipeta
- Método de centrifugación

Aspecto pendiente

Pendiente: Según ICPROC (Instituto Cristiano de Promoción Campesina), la pendiente es el desnivel de un terreno, ósea el grado de inclinación de los terrenos (unidades de tierra) expresado en porcentaje. Se mide en porcentaje de desnivel e indica los metros que baja la ladera en cada 100 metros medido horizontalmente.

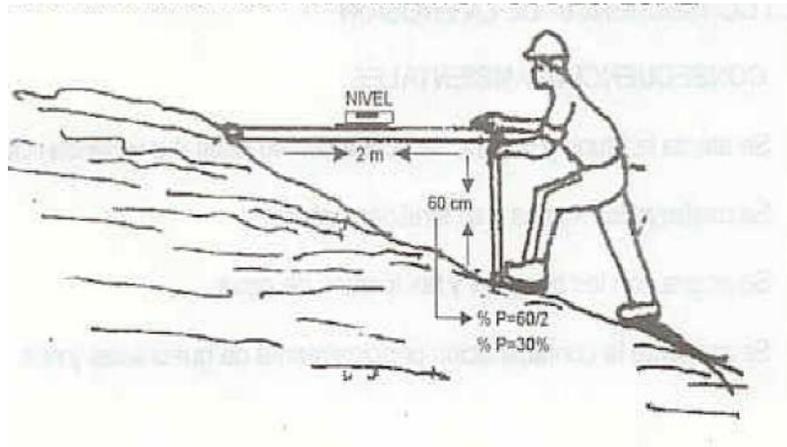


Figura 5: Medición de la pendiente
Fuente: ICPROC, 1998.

Aspecto perfil del suelo

La conceptualización para entender este aspecto, está definida por Chonay (2010):

Perfil del suelo: Es una sección vertical que ilustra y permite visualizar la variabilidad vertical del suelo (textura, color, profundidad, entre otras características). (Ver figura 19 de anexos).

Horizontes: Son las distintas capas de suelo en que se encuentra dividido el perfil del suelo y poseen características físicas y químicas distintas.

Calicata: Abertura cúbica que se realiza en el suelo para observar el perfil del suelo y los horizontes que se encuentran en él.

Horizontes del suelo:

-Horizonte A: Es la primera capa y en ella se acumula la materia orgánica y se forma el humus, es la capa superior, más oscura, más fértil, con más raíces. Por lo general es la capa arable.

-Horizonte B: Es una capa fundamentalmente de origen mineral, sin embargo también se encuentran sustancias orgánicas, es una capa más pesada, con más arcilla (greda), menos fértil, con menor raíces.

-Horizonte C: Es una capa formada por el resto de roca fragmentaria proveniente de la desintegración física de la Roca Madre.

-Horizonte D: También denominado horizonte "R", es la capa más profunda y está formada por la roca madre, que da origen a los demás horizontes.

2.3. Objetivo específico

- Generar información sobre las características físicas y topográficas del suelo de la unidad de práctica.

2.4. Metas

- Determinar los porcentajes de las diferentes partículas del suelo (textura) de la unidad agrícola.
- Calcular el porcentaje de pendiente de la unidad agrícola.
- Realizar dos calicatas para examinar el perfil del suelo de la unidad agrícola.

2.5. Metodología

Para poder generar información de las características físicas y topográficas del suelo, se consideraron los siguientes aspectos:

Textura General:

- Se realizó un recorrido dentro de la unidad de práctica, para obtener de forma distribuida y aleatoria, un número considerable de sub-muestras de suelo, para ello se extrajeron tales sub-muestras a una profundidad de 30cm.
- Se mezclaron y/o revolviaron todas las sub-muestras obtenidas, para crear una muestra de suelo general representativa de la unidad agrícola.
- Se dejó secar la muestra de suelo en un tiempo considerable para luego ser sometida a un análisis de laboratorio.
- **Método del Hidrómetro de Bouyoucos** (Análisis de distribución de partículas por tamaño y textura del suelo). (Barrera, 2014).
 - Se pesaron 50 g de suelo secado previamente machacado y tamizado a 2 mm.
 - Se colocó la muestra en un beaker de 250 ml (previamente numerado), se le agrego agua destilada hasta la mitad y se le adiciono 5ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 5%.
 - Con una varilla de vidrio se agito la mezcla y se dejó en reposo en un tiempo de 24 horas.
 - Con ayuda de una pizeta se trasladó la muestra remojada al vaso de la licuadora, la cual se llenó hasta 2/3 con agua destilada (0.75 lt), se agitó la muestra en un tiempo de siete a diez minutos. (Ver figura 20 en anexos).
 - Se trasladó la solución a un cilindro de sedimentación, agregando agua destilada a temperatura ambiente hasta un poco más de la mitad, introduciendo cuidadosamente el hidrómetro y luego se completó con agua hasta la marca superior del cilindro. (Ver figura 21 en anexos).
 - Se removió el hidrómetro y se colocó la palma de la mano en la boca del cilindro.
 - Se agitó la suspensión volteando de 20-30 veces el cilindro hacia abajo y luego hacia arriba durante un minuto. (Ver figura 22 en anexos).

- Inmediatamente se colocó el cilindro en una superficie firme y se tomó lectura del tiempo.
- A los 20 segundos se introdujo el hidrómetro, liberándolo en suspensión y a los 40 segundos se tomó la primera lectura. Se repitió este y los tres incisivos anteriores hasta que se aseguró que la lectura fuese correcta. (Ver figura 23 en anexos).
- Inmediatamente se sacó y lavó el hidrómetro introduciéndolo en un cilindro con agua destilada limpia.
- Cuidadosamente se introdujo el termómetro en la suspensión y se tomó lectura de la temperatura. (Ver figura 24 en anexos).

Nota: el hidrómetro está calibrado para leer a una temperatura de (69°F). La corrección por temperatura se hizo según el caso; sumando 0.20 a la lectura por cada grado F arriba de 69 °F y/o restando 0.20 por cada grado F debajo de 69 °F.

- Se colocó el hidrómetro en un cilindro con agua destilada la cual contenía 5 ml de NaOH y luego se leyó el hidrómetro en la parte superior del menisco.
- A las dos horas se tomó la segunda lectura del hidrómetro así como la temperatura de la suspensión.
- Se determinaron los porcentajes de las diferentes partículas de la muestra, para ello se efectuaron los siguientes cálculos:

Factor corrección de humedad

$$\%H = (\text{peso agua} / \text{peso suelo seco}) * 100$$

$$F_c = 100 / ((50) - (\% \text{ suelo MSH} / 100)); F_c = 100 / ((50) - (\%H / 2))$$

Conversión temperatura

$$^{\circ}\text{F} = (9^{\circ}\text{C}/5) + 32$$

Corrección del hidrómetro

Se restó la temperatura que marco el termómetro de la temperatura a la cual esta calibrado el hidrómetro ($^{\circ}\text{F}$)

Se efectuó regla de "3", ya que cada grado de diferencia afecta 0.2 la lectura del hidrómetro.

Según el caso, cuando la temperatura del termómetro es mayor que la temperatura de calibración del hidrómetro se sumó el resultado a la lectura del hidrómetro, en caso contrario se le restó y así se obtuvo una lectura corregida.

- Factor por primera lectura corregida el igual al porcentaje de limo y arcilla.
- Factor por segunda lectura corregida es igual al porcentaje de arcilla.
 $\% \text{Limo} = (\% \text{limo} + \% \text{arcilla}) - (\% \text{arcilla})$.
 $\% \text{Arena} = 100 - (\% \text{limo} + \% \text{arcilla})$.
- Una vez determinados los porcentajes de las diferentes partículas, se hizo uso del triángulo textural (ver figura 6) para determinar la textura de la muestra de suelo de la unidad de práctica.

Pendiente:

- Se realizó un recorrido dentro de la unidad agrícola, para identificar y ubicar los sitios que presentaron la mayor inclinación y/o relieve.
- Se colocó sobre el suelo uno de los extremos de un nivel de albañilería hasta dejarlo propiamente dicho a nivel.
- Cuando la burbuja de aire del nivel se centró dentro del tubo cilíndrico, se tomó con ayuda de una regla milimetrada la lectura de la altura entre el suelo y el otro extremo del nivel suspendido al aire. (Ver figura 25 en anexos).
- Se repitió el inciso anterior las veces que fue necesario y considerable de acuerdo al comportamiento topográfico de la unidad de práctica.

- Para la determinación de la pendiente de cada una de las lecturas se procedió a efectuar la siguiente fórmula:

$$\text{Pendiente de las lecturas} = \frac{\text{altura de la lectura (cm)}}{\text{longitud del nivel (cm)}} \times 100$$

- Finalmente se sumaron y promediaron las pendientes de todas las lecturas para la determinación representativa de la pendiente de toda la unidad de práctica, para ello se usó la siguiente expresión matemática:

$$\text{Pendiente unidad practica} = \frac{\Sigma \text{pendientes de las lecturas}}{\text{número de lecturas}} \times 100$$

Perfil del suelo:

- Haciendo uso de un machete y azadón, se procedió a habilitar y limpiar los sitios donde se realizaron las dos calicatas.
- Con estacas y pita plástica se procedió a delimitar el área de cada calicata aproximadamente de un metro cuadrado.
- Utilizando una piocha y una pala, se excavaron dos aberturas en el suelo (calicatas) en forma cubica cuyas dimensiones de las paredes fueron: un metro de largo, un metro de ancho, metro y medio de profundidad (1mx1mx1.5m). (Ver figuras 26 y 27 en anexos).
- Al terminar de excavar, se examinaron las paredes bien expuestas de las dos calicatas para ver y anotar las profundidades de cada horizonte que se encontró.
- Se observó, analizó y caracterizó los distintos horizontes del suelo: denominándosele a esto como perfil del suelo (ver figura 19 de anexos).
- Para el análisis de los distintos horizontes de ambas calicatas, se tomaron muestras de suelo de tales horizontes para determinarles el tipo de textura, a partir del **Método del hidrómetro Bouyoucos**.

2.6. Recursos

Humano

- Practicante de P.P.S.
- Asesor del practicante.

Físicos

- Libreta de campo.
- Documentos académicos.
- Machete y navaja.
- Azadón, pala y piocha.
- Pita y bolsas plásticas.
- Equipo de laboratorio del CUNSUROC.
- Nivel de albañilería.
- Regla milimetrada y cinta métrica.
- Partes leñosas de plantas (estacas).

2.7. Presentación y discusión de resultados

Textura general:

Peso suelo húmedo= 30g
Peso suelo seco =-21g
Peso del agua = 9 g

$$\% \text{ AGUA} = \frac{9 \text{ g}}{21 \text{ g}} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Factor agua} = \frac{30 \text{ g}}{30 - \left(\frac{43}{2}\right)} = 3.5$$

Primera lectura temperatura: 31 °C----- 88 °F-69 = 19*0.2 = 3.8

Segunda lectura temperatura: 28 °C----- 82 °F-69 = 13*0.2 = 2.6

Primera lectura hidrómetro: 11+3.8 = 14.8

Segunda lectura hidrómetro: 6+2.6 = 8.6

$$\begin{aligned} \% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} &= 14.8 * 3.5 = 52 \\ \% \text{ arcilla} &= 8.6 * 3.5 = 30 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ arena} &= 100 - 52 = 48 \% \\ \% \text{ limo} &= 52 - 30 = 22 \% \end{aligned}$$

R// Suelo franco arcilloso arenoso

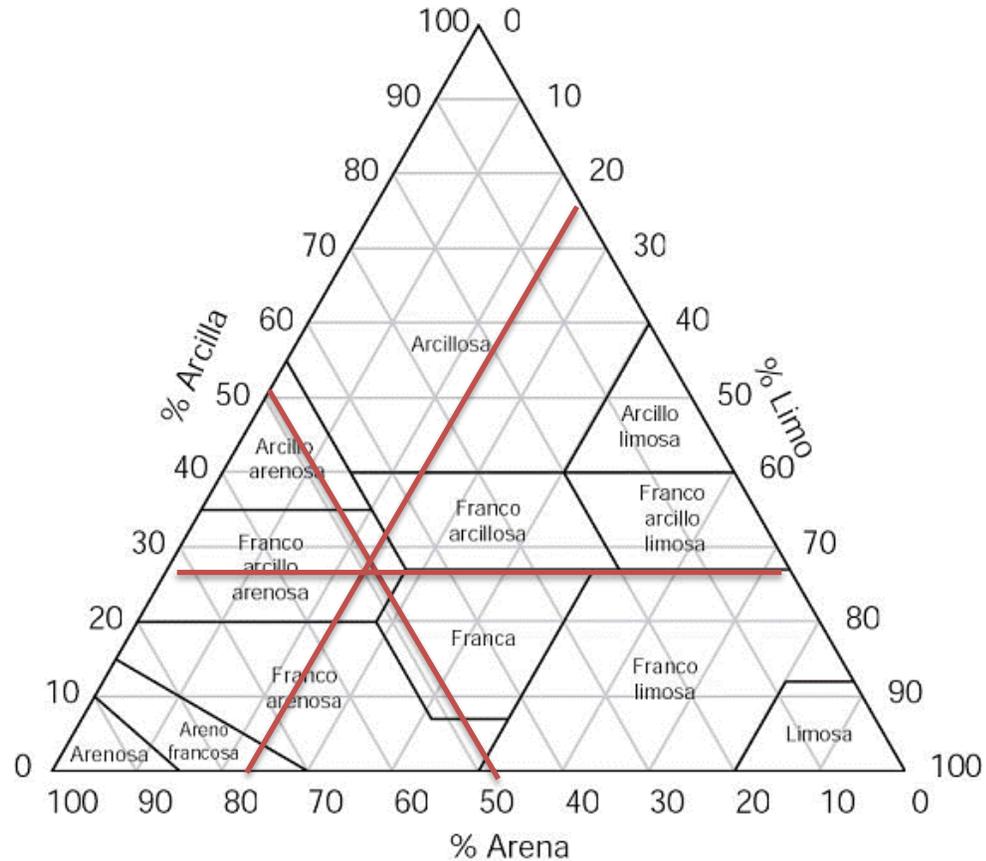


Figura 6: Determinación textural de muestra general.

Fuente: Autor, 2015.

Después de efectuar el **Método del Hidrómetro de Bouyoucos** a la muestra de suelo general de la unidad de práctica, se determinó que del total de dicha muestra el **48%** de suelo son partículas de **arena**, **22%** son partículas de **limo** y el **30%** restante son partículas de **arcilla**, por tanto evidentemente los agregados que predominan porcentualmente son las arenas, tal y como se observa en la figura 6 en donde al hacer uso del triángulo textural se ha determinado de acuerdo a las distintas fracciones de los agregados que la clase textural de suelo de la unidad de práctica es de la categoría **suelo franco arcilloso arenoso**.

Pendiente:

$$\text{Pendiente de las lecturas} = \frac{\text{altura de la lectura (cm)}}{\text{longitud del nivel (cm)}} \times 100$$

$$\text{Pendiente unidad practica} = \frac{\Sigma \text{pendientes de las lecturas}}{\text{número de lecturas}} \times 100$$

Con base a las anteriores fórmulas y los respectivos cuadros (8, 9, 10 y 11 en anexos) se tienen los siguientes resultados:

- Sector aguacate: 42% de pendiente
- Sector asocio: 70% de pendiente
- Sector café: 45% de pendiente
- Sector limón persa: 44% de pendiente
- UNIDAD DE PRÁCTICA: 50% de pendiente**

En los resultados anteriores se puede observar el grado de inclinación que presentaron cada uno de los sectores que constituyen la unidad de práctica, notoriamente el sector asocio presentó el mayor porcentaje de pendiente 70%, seguidamente el sector café 45% y respectivamente el sector limón persa 44% y el sector aguacate 42%. Por ende al promediar las pendientes de los cuatro sectores se tiene un grado de inclinación general de la unidad agrícola de 50%.

Según la FAO (2009), para pendientes de 30-60% se encuentran clasificados en una clase de gradiente del tipo escarpado, eso quiere decir que tanto el sector aguacate, sector café y sector limón persa según sus respectivas pendientes se encuentran agrupadas en la **clase 09 Escarpado**, eso quiere decir que son terrenos llanos, accidentados y con pendientes pronunciadas, mientras que el sector asocio por encontrarse en una pendiente mayor a 60% se encuentra agrupada en **clase 10 Muy escarpado**, esto quiere decir que el sector es una loma escarpada con pendiente muy pronunciada.

Perfil del suelo:

➤ Calicata 1 (sector aguacate):

- Textura (Horizonte A):

Peso suelo húmedo = 30g
Peso suelo seco = 21g
Peso del agua = 9 g

$$\% \text{ AGUA} = \frac{9 \text{ g}}{21 \text{ g}} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Factor agua} = \frac{30 \text{ g}}{30 - \left(\frac{43}{2}\right)} = 3.5$$

Primera lectura temperatura: 30 °C----- 86 °F-69 = 17*0.2 = 3.4
Segunda lectura temperatura: 27 °C----- 81 °F-69 = 12*0.2 = 2.4

Primera lectura hidrómetro: 12+ 3.4 = 15.4
Segunda lectura hidrómetro: 7+2.4 = 9.4

$$\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} = 15.4 * 3.5 = 53$$

$$\% \text{ arcilla} = 9.4 * 3.5 = 32 \%$$

$$\% \text{ arena} = 100 - 53 = 47 \%$$

$$\% \text{ limo} = 53 - 32 = 21 \%$$

R// Suelo franco arcilloso arenoso

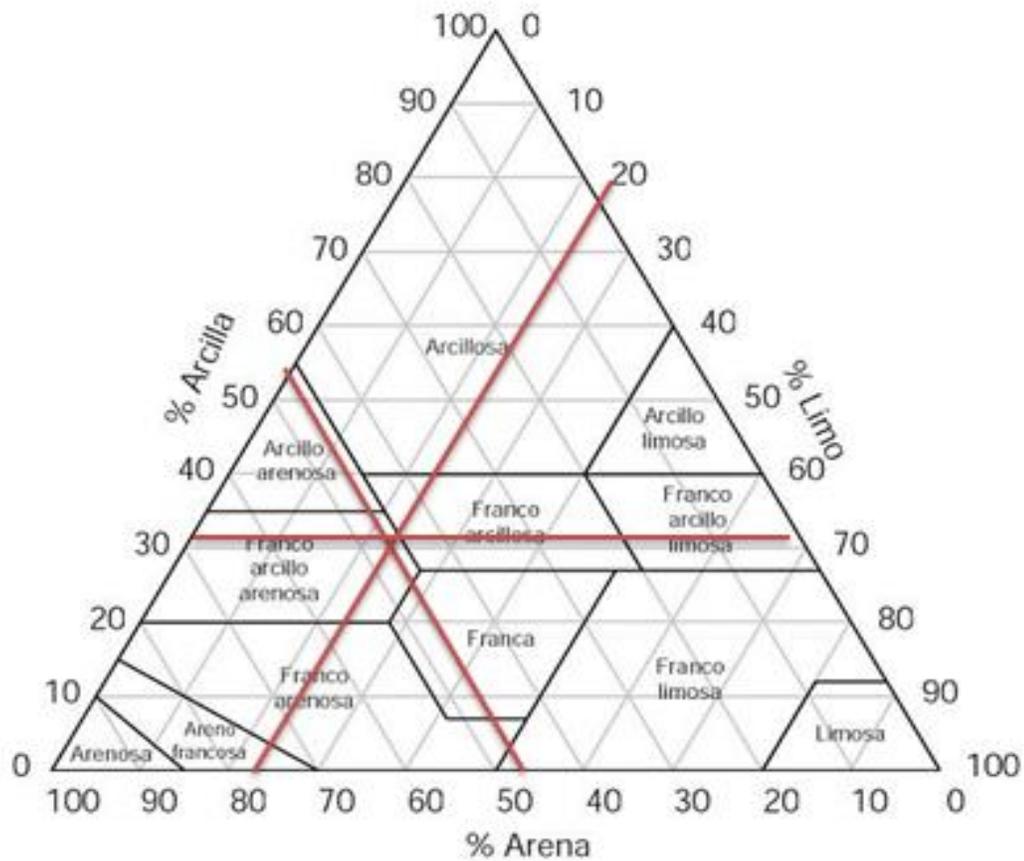


Figura 7: Determinación textural del horizonte A en calicata 1.

Fuente: Autor, 2015.

- Textura (Transición A-B):

Peso suelo húmedo = 30g
Peso suelo seco = 21g
 Peso del agua = 9 g

$$\% \text{ AGUA} = \frac{9 \text{ g}}{21 \text{ g}} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Factor agua} = \frac{30 \text{ g}}{30 - \left(\frac{43}{2}\right)} = 3.5$$

Primera lectura temperatura: 30 °C----- 86 °F-69 = 17*0.2 = 3.4
 Segunda lectura temperatura: 26 °C----- 79 °F-69 = 10*0.2 = 2

Primera lectura hidrómetro: $12 + 3.4 = 15.4$

Segunda lectura hidrómetro: $8 + 2 = 10$

$\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} = 15.4 \cdot 3.5 = 53$

$\% \text{ arcilla} = 10 \cdot 3.5 = 35 \%$

$\% \text{ arena} = 100 - 53 = 47 \%$

$\% \text{ limo} = 53 - 35 = 18 \%$

R// Suelo franco arcilloso arenoso

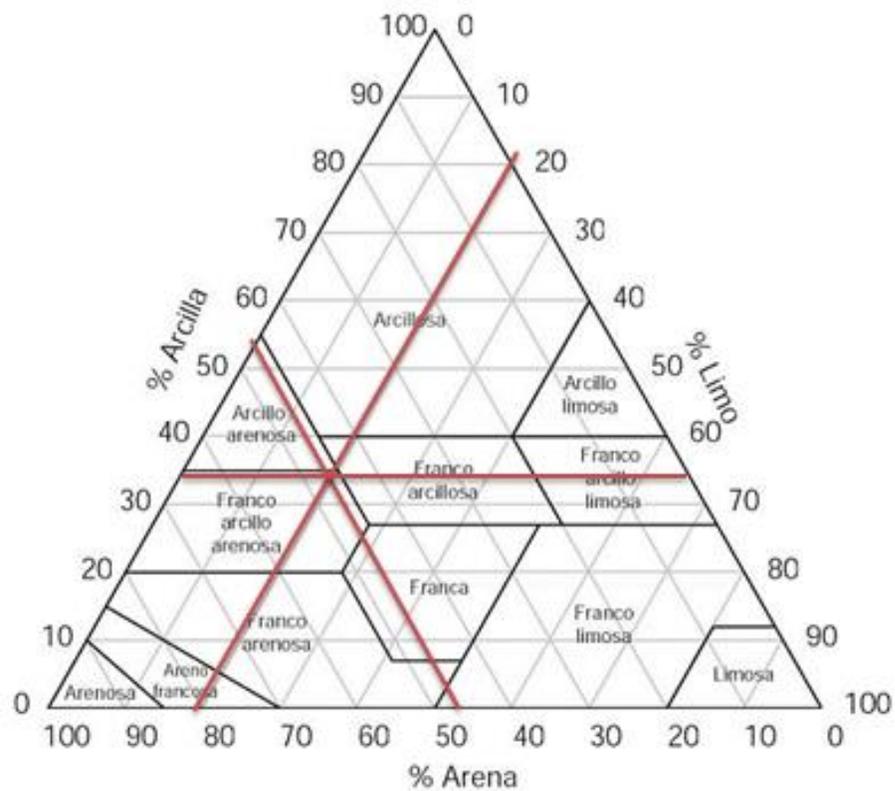


Figura 8: Determinación textural de la transición A-B en calicata 1.

Fuente: Autor, 2015.

- Textura (Horizonte B):

Peso suelo húmedo = 30g
Peso suelo seco = 21g
Peso del agua = 9 g

$$\% \text{ AGUA} = \frac{9 \text{ g}}{21 \text{ g}} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Factor agua} = \frac{30 \text{ g}}{30 - \left(\frac{43}{2}\right)} = 3.5$$

Primera lectura temperatura: 33 °C----- 91 °F-69 = 22*0.2 = 4.4
Segunda lectura temperatura: 28 °C----- 82 °F-69 = 13*0.2 = 2.6

Primera lectura hidrómetro: 12 + 4.4 = 16.4
Segunda lectura hidrómetro: 8 + 2.6 = 10.6

$$\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} = 16.4 * 3.5 = 57$$

$$\% \text{ arcilla} = 10.6 * 3.5 = 37 \%$$

$$\% \text{ arena} = 100 - 57 = 43 \%$$

$$\% \text{ limo} = 57 - 37 = 20 \%$$

R// Suelo franco arcilloso

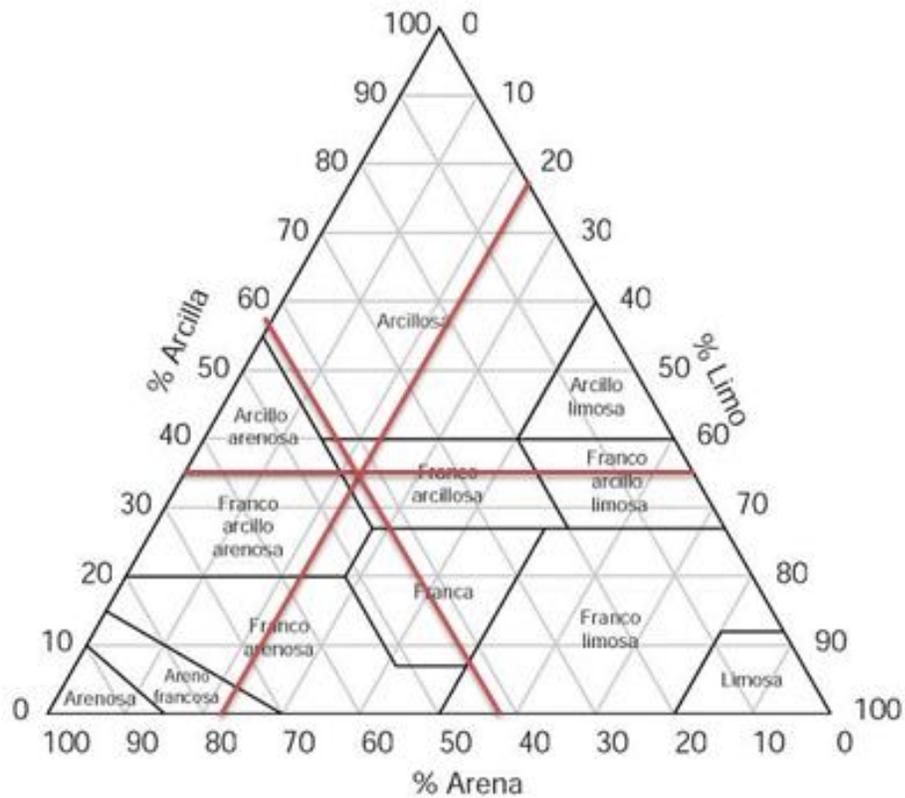


Figura 9: Determinación textural del horizonte B en calicata 1.
Fuente: Autor, 2015.

➤ **Calicata 2 (sector asocio):**

- Textura (Horizonte A):

Peso suelo húmedo = 30g
 Peso suelo seco = 21g
 Peso del agua = 9 g

$$\% \text{ AGUA} = \frac{9 \text{ g}}{21 \text{ g}} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Factor agua} = \frac{30 \text{ g}}{30 - \left(\frac{43}{2}\right)} = 3.5$$

Primera lectura temperatura: $30\text{ }^{\circ}\text{C} \text{-----} 86\text{ }^{\circ}\text{F} - 69 = 17 * 0.2 = 3.4$
Segunda lectura temperatura: $26\text{ }^{\circ}\text{C} \text{-----} 79\text{ }^{\circ}\text{F} - 69 = 10 * 0.2 = 2$

Primera lectura hidrómetro: $12 + 3.4 = 15.4$
Segunda lectura hidrómetro: $8 + 2 = 10$

$\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} = 15.4 * 3.5 = 53$

$\% \text{ arcilla} = 10 * 3.5 = 35\%$

$\% \text{ arena} = 100 - 53 = 47\%$

$\% \text{ limo} = 53 - 35 = 18\%$

R// Suelo franco arcilloso arenoso

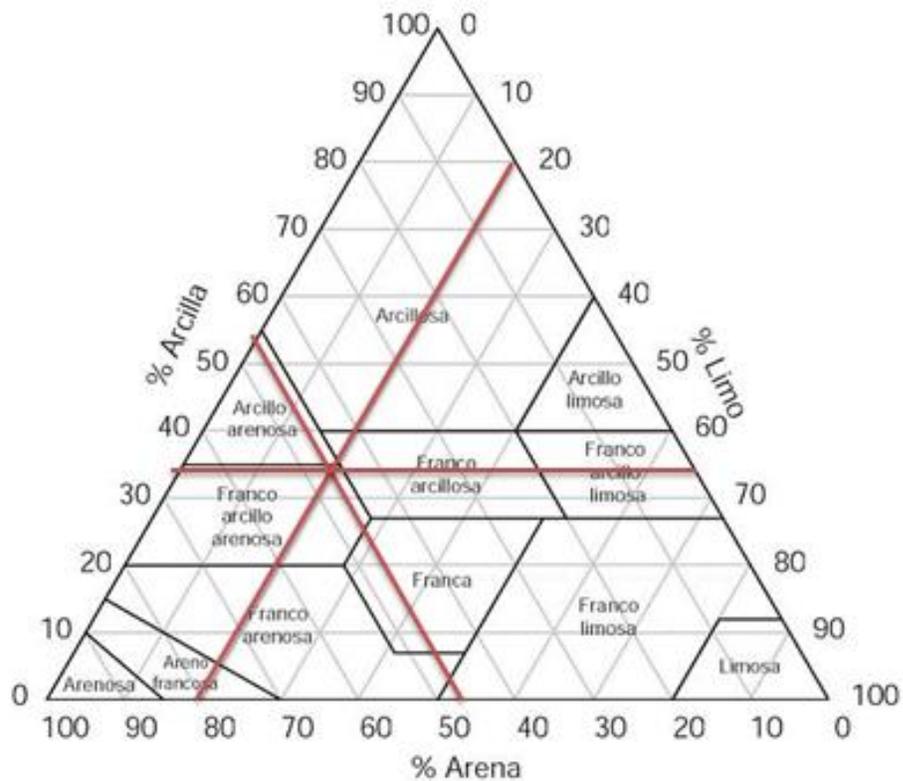


Figura 10: Determinación textural del horizonte A en calicata 2.

Fuente: Autor, 2015.

- Textura (Transición A-B):

Peso suelo húmedo = 30g
Peso suelo seco = 21g
Peso del agua = 9 g

$$\% \text{ AGUA} = \frac{9 \text{ g}}{21 \text{ g}} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Factor agua} = \frac{30 \text{ g}}{30 - \left(\frac{43}{2}\right)} = 3.5$$

Primera lectura temperatura: 29 °C----- 84 °F-69 = 15*0.2 = 3
Segunda lectura temperatura: 27 °C----- 80 °F-69 = 11*0.2 = 2.2

Primera lectura hidrómetro: 12 + 3 = 15
Segunda lectura hidrómetro: 7 + 2.2 = 9.2

$$\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} = 15.4 * 3.5 = 52$$

$$\% \text{ arcilla} = 9.2 * 3.5 = 32 \%$$

$$\% \text{ arena} = 100 - 52 = 48 \%$$

$$\% \text{ limo} = 52 - 32 = 20 \%$$

R// Suelo franco arcilloso arenoso

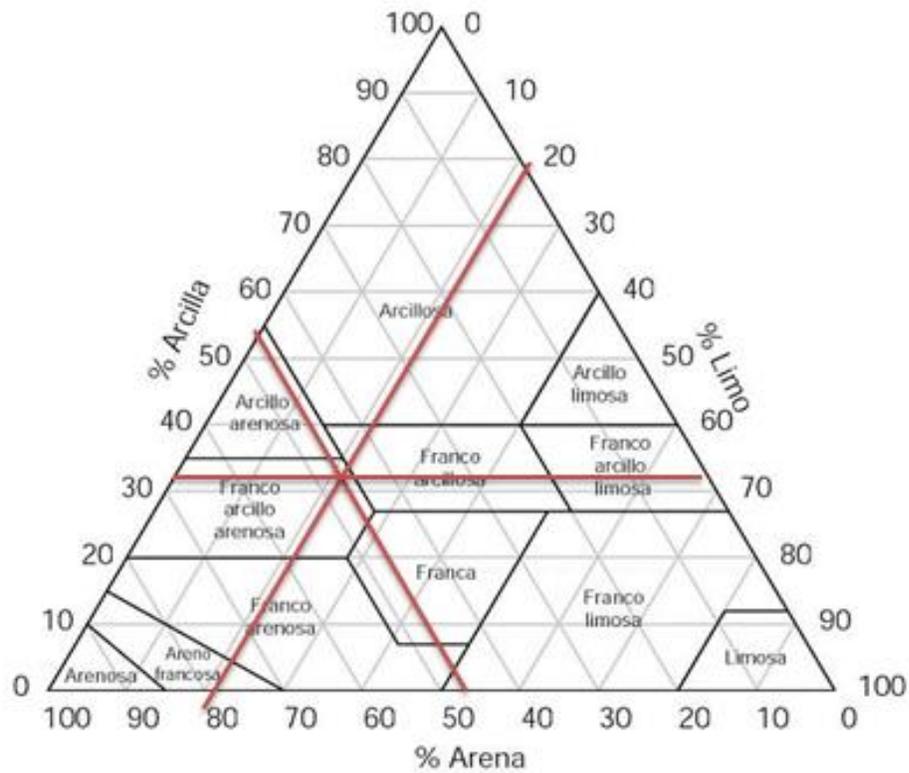


Figura 11: Determinación textural de la transición A-B en calicata 2.
Fuente: Autor, 2015.

- Textura (Horizonte B):

Peso suelo húmedo = 30g
 Peso suelo seco = 21g
 Peso del agua = 9 g

$$\% \text{ AGUA} = \frac{9 \text{ g}}{21 \text{ g}} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Factor agua} = \frac{30 \text{ g}}{30 - \left(\frac{43}{2}\right)} = 3.5$$

Primera lectura temperatura: 32 °C----- 90 °F-69 = 21*0.2 = 4.2
 Segunda lectura temperatura: 29 °C----- 84 °F-69 = 15*0.2 = 3

Primera lectura hidrómetro: $12 + 4.2 = 16.2$

Segunda lectura hidrómetro: $8 + 3 = 11$

$\% \text{ limo} + \% \text{ arcilla} = 16.2 * 3.5 = 57$

$\% \text{ arcilla} = 11 * 3.5 = 38 \%$

$\% \text{ arena} = 100 - 57 = 43 \%$

$\% \text{ limo} = 57 - 38 = 19 \%$

R// Suelo franco arcilloso

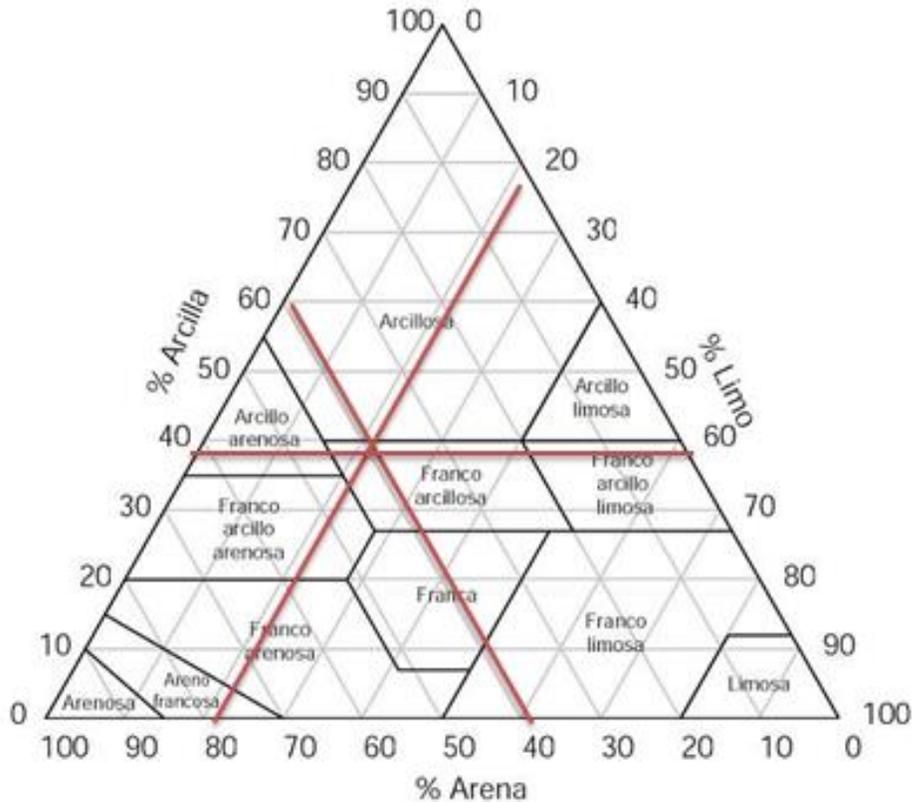


Figura 12: Determinación textural del horizonte B en calicata 2.

Fuente: Autor, 2015.

Con base a las mediciones de campo y figuras (7, 8, 9, 10, 11 y 12), se tienen los siguientes resultados:

Cuadro 6: Datos de calicata sector aguacate.

Horizonte	Profundidad (grosor cm)	Textura
A	56 cm	Franco arcillo arenoso
A-B	10 cm	Franco arcillo arenoso
B	84 cm	Franco arcilloso

Fuente: Autor, 2015.

Cuadro 7: Datos de calicata sector asocio.

Horizonte	Profundidad (grosor cm)	Textura
A	65 cm	Franco arcillo arenoso
A-B	12 cm	Franco arcillo arenoso
B	73 cm	Franco arcilloso

Fuente: Autor, 2015.

Para la caracterización y/o análisis de los horizontes del perfil de la calicata del sector aguacate (ver figura 28 en anexos), se tiene que el horizonte A tiene una profundidad actual de 56 cm, mientras que en la calicata del sector aguacate (ver figura 29 en anexos) el horizonte A tiene una profundidad actual de 65cm, para ambas calicatas los horizontes A son de la clase textural franco arcillo arenoso, determinadas así a partir del Método de Bouyoucos. Según Chonay (2010) estos horizontes (A) se caracterizan por ser un horizonte mineral, rico en materia orgánica en donde ocurren procesos de eluviación, apto para la producción agrícola.

En la calicata del sector aguacate, el horizonte B posee una profundidad actual mayor a los 84 cm, en tanto que el horizonte B de la calicata del sector asocio posee una profundidad actual mayor a los 73cm, ambos horizontes son de la clase textural franco arcilloso, determinadas así a partir del Método de Bouyoucos.

Los horizontes B son producto de la diferenciación del horizonte A, presenta concentración aluvial de arcilla, hierro, aluminio, humus y carbonatos. (Chonay, 2010).

2.8. Evaluación

En este servicio únicamente se logró cumplir totalmente dos de las tres metas propuestas, siendo estas; determinar y calcular respectivamente la textura y pendiente general de la unidad de práctica.

En tanto a la tercer meta siendo esta la examinación del perfil del suelo, no se cumplió en su totalidad ya que únicamente se caracterizó el horizonte A y el horizonte B del perfil del suelo, sin encontrar el horizonte C y R; esto a pesar de que la calicata tuvo una profundidad de 1.5 metros, se excavó a esta profundidad debido a que en investigaciones previamente realizadas antes de la ejecución de este servicio se encontraron metodologías de elaboración de calicatas y la mayoría de estas recomendaban una profundidad de 0.80 metros.

Así mismo se eligió tal profundidad ya que en la unidad de práctica los suelos son originarios de materiales residuales volcánicos, por lo que estos suelos son caracterizados por ser muy profundos en cuanto al primer estrato (horizonte A).

3. Implementación de medidas y/o prácticas de manejo y conservación de suelo en la unidad de práctica, a partir del adecuado manejo y control de malezas.

3.1. Justificación

Se sabe que el suelo en el ámbito agrícola es la riqueza y recurso natural más importante para la nutrición y por ende para la productividad de todo tipo de cultivos, considerando que en los dos primeros estratos del perfil de suelo (horizonte O y horizonte A) se encuentra la mayor cantidad de nutrientes y minerales disponibles y aprovechables para las plantas, he ahí la importancia de utilizar, manejar y conservar adecuadamente este ente natural.

En el proceso de diagnóstico de la unidad de práctica, con excepción de la siembra a curvas a nivel en el cultivo de aguacate, no realizan correctamente el manejo agronómico del tal cultivo, ya que ninguna actividad agrícola realizada permite el adecuado manejo y conservación del suelo. Un ejemplo de ello es el control de maleza que realizan en la unidad agrícola, en dicha actividad no se toma en cuenta la necesidad de conservar el suelo, debido al uso de productos químicos de acción sistémica, los cuales erradican la maleza sin permitir formar una cobertura vegetal que amortigüe el impacto de las lluvias; factor principal que influye directamente en los problemas de erosión en la unidad agrícola.

3.2. Revisión bibliográfica

Suelo: El suelo se define como un cuerpo o ente natural órgano-mineral, dinámico trifásico, formado a partir de una mezcla variable de minerales meteorizados y de materia orgánica en descomposición. (Barrera, 2014).

Prácticas de manejo y conservación de suelo

Según ICPROC (Instituto Cristiano de Promoción Campesina) propone las siguientes prácticas de manejo y conservación de suelo:

- Control y manejo adecuado de malezas.
- Siembras en curvas a nivel.
- Barreras vivas.
- Barreras muertas.
- Labranza mínima en curvas a nivel.

- Terrazas de formación lenta.

- Terrazas individuales y/o plateos.
- Terrazas de banco.
- Zanjas de infiltración y desagüe.

Malezas

Según Ecos del Café definen a las malezas como una plaga, que tienen una gran capacidad de sobrevivir, resisten largos periodos de sequía, producen una gran cantidad de semillas, se diseminan fácilmente y se adaptan a diversos ambientes. De ahí la dificultad de tener un adecuado control de estas.

Métodos de control

Según Ecos del Café propone los siguientes métodos de control de maleza:

- **Biológico:** Utilizando plantas cobertoras, de la familia de las leguminosas, las plantas a utilizar deben dominar a las malezas y ser de especies no trepadoras.
- **Químico:** Se utiliza una sustancia química sintética conocida como herbicida con poder destructivo sobre las malezas. Su uso está forzado por la disponibilidad de mano de obra y costos de control. Este control debe alternarse y combinarse con otros métodos.
- **Manual o mecánico:** En este método se hace uso de machetes para limpiar las áreas de la corona o plato del cultivo (**plateo**). Es recomendable que queden los troncos de las malezas y el material cortado sobre el área del plato y del terreno en general para que ayuden a controlar la erosión especialmente en suelos inclinados y época lluviosa.

3.3. Objetivo específico

- Implementar medidas y/o prácticas de manejo y conservación de suelo en el sector aguacate, para contrarrestar la erosión generada indirectamente por el inadecuado, extensivo y excesivo control químico de malezas.

3.4. Metas

- Realizar plateos (controles de malezas de tipo localizado en el área de goteo) a las 485 plantas de aguacate aproximadamente, del sector aguacate (1.213 hectáreas).

3.5. Metodología

- Con la ayuda de una estaca y una cuerda de 0.5m de largo, se trazó alrededor de la planta, un círculo de un metro de diámetro.
- Se procedió a eliminar manualmente todas las malezas (plantas ajenas al cultivo de aguacate) que se encontraron dentro del círculo, colocándolas a un lado del mismo.
- Con un azadón se excavó en la parte superior de la planta, con el propósito de formar a nivel de suelo un plato circular.
- Se hizo uso de un nivel de albañilería para determinar que el plato este a nivel de suelo.
- La maleza previamente eliminada en el segundo paso, se depositó dentro del plato, para evitar el lavado del suelo causado por las lluvias.

Nota: La cobertura vegetal depositada dentro del plato se retiró después de cinco días cuando la estructura del suelo ya se haya estabilizado, esto también para evitar humedad dentro del plato causada por las constantes precipitaciones, ya que la raíz del aguacate es muy sensible a los excesos de humedad, que favorece el ataque de hongos y causa problemas de aireación en el suelo impidiendo un adecuado desarrollo radical.

3.6. Recursos Humano

- Practicante de P.P.S.
- Asesor del practicante.

Físicos

- Estaca y cuerda de medio metro de largo.
- Azadón y machete.
- Metro y nivel de albañilería.

3.7. Presentación y discusión de resultados



Figura 13: Plateo en el cultivo de aguacate.
Fuente: Autor, 2015.

Durante y después de la ejecución del presente servicio los únicos resultados logrados fueron haber realizado prácticas de manejo y conservación de suelo a partir de los respectivos plateos (control de maleza de tipo localizado en el área de goteo) a cada una de las 485 plantas de aguacate que constituyen y están establecidas en el sector aguacate (1.213 hectáreas).

La importancia de haber realizado dichos plateos radica en que en la unidad de práctica a excepción de la siembra a curvas a nivel del cultivo de aguacate, no realizan ningún tipo de práctica de manejo y conservación de suelo, así mismo en el manejo agronómico de tal cultivo no se toma en cuenta la necesidad de conservar el recurso suelo, un ejemplo claro y evidente es el excesivo e intenso control químico de malezas debido al uso de herbicidas de acción sistémica, ya que los productos utilizados en la unidad agrícola no permiten formar cobertura vegetal.

La poca cobertura vegetal que existe dentro del sector aguacate ha sido un factor altamente favorable para dar origen a los problemas de erosión los cuales ya fueron evidenciados cuantitativamente en el primer servicio del presente documento, por tal motivo es aconsejable que las malezas no se eliminen sino más bien se controlen y/o manejen.

Este control y/o manejo de malezas puede ser; ya sea por el uso de herbicidas de contacto de esta manera evitando el desarrollo de malezas pero también preservándolas como cobertura, o preferiblemente mediante chapeas para formar cobertura vegetal que reduzca tales problemas de erosión y a su vez este material residual orgánico sea aprovechado por el cultivo y por el suelo.

Por tal razón se han realizado los plateos en las plantas de aguacate, cuyo propósito fue brindar un control de maleza manual localizado sin el uso de herbicidas, obteniendo como resultado mantener y dejar crecer las malezas como cobertura vegetal entre plantas y entre surcos del cultivo para minimizar las pérdida de suelo causada principalmente por las altas constantes e intensas precipitaciones del lugar.

3.8. Evaluación

En este tercer servicio, no se tuvo problema alguno en cuanto a su ejecución, por ende la meta de dicho servicio se logró ejecutar en su totalidad, siendo esta la realización de plateos a las 485 plantas de aguacate, en el sector aguacate de la unidad de práctica (1.213 hectáreas).

V. CONCLUSIONES

1. En la unidad de práctica se deduce que bajo una precipitación pluvial acumulada de 753.5mm, existen problemas de erosión hídrica superficial, principalmente en el sector aguacate (1.213 ha) donde por cada hectárea se tiene una pérdida neta de suelo de 24.3 toneladas a una pendiente de 42%, mientras que el sector asocio (7.938 ha) a una pendiente de 70% se tuvo una pérdida neta de suelo de 8.15 toneladas/hectárea.
2. Con base a los problemas de erosión detectados y cuantificados, se evidencia notoriamente que existe un inadecuado e intenso manejo de cobertura vegetal ya que el control de maleza en la unidad agrícola no ha permitido la conservación del recurso suelo.
3. Efectuando el Método del Hidrómetro de Bouyoucos para el análisis textural del suelo de la unidad de práctica, se determinó que dicho suelo es franco arcillo arenoso, caracterizándose debido en que agregados de arena limo y arcilla se encuentran en cierto equilibrio, predominando las arenas en un 48%, así mismo estos suelos son suelos de origen muy sueltos y de origen volcánico.
4. Durante la caracterización de las calicatas en estudio, se determinó que el horizonte A (0.65m) del sector asocio tiene mayor profundidad superficial respecto al horizonte A (0.56m) del sector aguacate, he ahí la importancia de la cobertura vegetal del sector asocio, que ha permitido mantener sino también formar más capa superficial de suelo aprovechable para el cultivo de aguacate, ya que parte del residual orgánico es incorporado al suelo.
5. Al efectuar los plateos en el cultivo de aguacate, se brindó un control mecánico localizado, dejando intacta la cobertura vegetal entre calles y plantas, que permitan contrarrestar los problemas de erosión, causados por las precipitaciones e indirectamente por las propiedades físicas y topográficas del terreno en la unidad de práctica.
6. Se determinó que la pendiente general de la unidad de práctica es de 50%, cuyo menor porcentaje de inclinación dentro de la unidad agrícola es el sector aguacate (42%), mientras que la mayor pendiente existe en el sector asocio (70%).

VI. RECOMENDACIONES

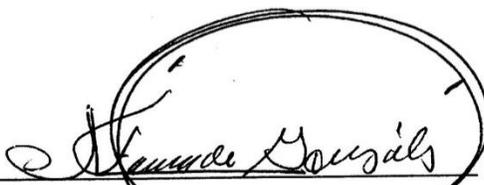
1. Tomar en cuenta los valores de erosión neta determinados cuantitativamente durante el periodo de estudio, ya que estos valores son indicadores que justifican la calidad en el manejo y conservación de suelos existentes en la unidad de práctica.
2. Debido a que los suelos de la unidad de práctica se caracterizan por ser suelos sueltos, inestables y en pendientes pronunciadas, es aconsejable realizar el control de maleza mediante chapeas para mantener cobertura vegetal que posteriormente al descomponerse parte del residual orgánico es aprovechado por el cultivo sino que también forma parte del suelo.
3. Seguir realizando los plateos en el cultivo de aguacate, hasta que este mismo haya formado una copa en la cual evite la competencia, evitar el uso de herbicidas sistémicos en todo el perímetro del sector, para evitar dejar desprotegido el suelo, específicamente en época lluviosa.
4. En caso de realizarse controles químicos de maleza, preferiblemente hacer uso de productos de contacto, realizando las aplicaciones en las primeras horas de la mañana, para no perder eficiencia de acción del producto a consecuencia del lavado a causa de las lluvias.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Aquilá, D. 2015. Diagnóstico sobre la situación actual del cultivo de *Persea americana* L. "aguacate" en la Unidad Agrícola "Familia León". Pueblo Nuevo, Suchitepéquez. Mazatenango, Suchitepéquez. GT., USAC. CUNSUROC. 61p.
2. Barrera, C. 2014. Guía de las propiedades físicas de los suelos. Curso de manejo y conservación de suelos I. Mazatenango, Suchitepéquez, GT., USAC. CUNSUROC.
3. Barrera, C. 2014. Metodología de los clavos de erosión para la evaluación cuantitativa de la erosión hídrica superficial. Curso de manejo y conservación de suelos I. Mazatenango, Suchitepequez, GT., USAC. CUNSUROC.
4. Chay, E. 2014. Informe final de servicios realizados en el cultivo de café (*Coffea arábica*) en Finca Camaché, Santo Tomás La Unión, Suchitepéquez. Mazatenango Suchitepéquez, GT., USAC. CUNSUROC. 56p.
5. Chonay, J. 2010. Propiedades físicas del suelo. Curso de Edafología. Bárcenas, Villa Nueva, GT., ENCA.
6. Chonay, J. 2010. Perfil del suelo. Curso de Edafología. Bárcenas, Villa Nueva, GT., ENCA.
7. ECOS del café (Ecosistema del café). 2014. Control integrado de malezas en el cafetal. (En línea). Consultado el 1 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id64.htm>

8. Espinoza, F. 2014. Propiedades físicas del suelo. Curso de Química y Fertilidad de los Suelos. Mazatenango, Suchitepéquez, GT., USAC. CUNSUROC.
9. FAO (Food and Agriculture Organization). 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. (En línea). Consultado el 1 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.infoagro.net/programas/Ambiente/pages/agricultura/herramientas/3.pdf>.
10. FAO (Food and Agriculture Organization). 2009. Guía para la descripción de suelos. (En línea). Consultado el 23 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>.
11. ICPROC (Instituto Cristiano de Promoción Campesina). 1998. Manejo y conservación de suelos. San Vicente de Chucuri, CO.
12. Pasolac. 2005. Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central. (En línea). Consultado el 15 /10/14. Disponible en: <http://www.infoagro.net/programas/Ambiente/pages/agricultura/herramientas/3.pdf>.

Vo. Bo.


Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria
CUNSUROC.



VIII. ANEXOS



Figura 14: Parcela de erosión en el sector aguacate.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 15: Parcela de erosión en el sector asocio.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 16: Cilindro galvanizado.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 17: Horno de convección.
Fuente: Chay, 2014.



Figura 18: Medición de los clavos.
Fuente: Autor, 2015.

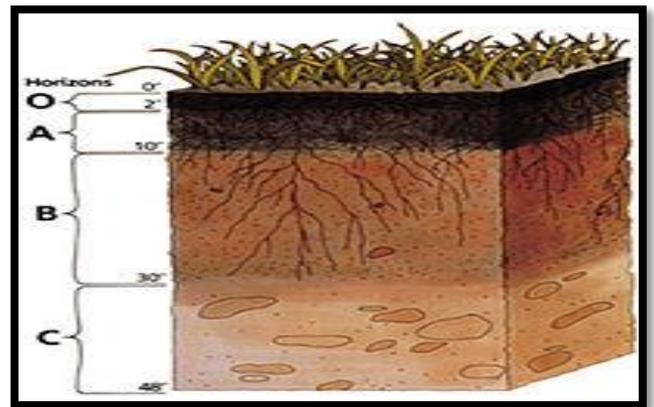


Figura 19: Perfil y horizontes del suelo.
Fuente: Chonay, 2010.



Figura 20: Muestra de suelo agitada en la licuadora.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 21: Muestra de suelo en el cilindro de sedimentación.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 22: Volteo del cilindro de sedimentación.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 23: Hidrómetro suspendido en la solución.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 24: Lectura de temperatura.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 25: Lectura de altura entre el suelo y el nivel.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 26: Calicata del sector aguacate.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 27: Calicata del sector asocio.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 28: Perfil de suelo del sector aguacate.
Fuente: Autor, 2015.



Figura 29: Perfil de suelo del sector asocio.
Fuente: Autor, 2015.

Cuadro 8: Lecturas para la pendiente del sector aguacate.

No.	Lectura (cm)	Pendiente de Lecturas %	No.	Lectura (cm)	Pendiente de lecturas %
1	6	20	13	14	47
2	13	43	14	17	57
3	9	30	15	12.5	42
4	5.5	18	16	11.5	38
5	8.5	28	17	13	43
6	7.5	25	18	15	50
7	12.5	42	19	12	40
8	15	50	20	8.5	28
9	27	90	21	7	23
10	20	67	22	15	50
11	10	33	23	9	30
12	14.5	48	24	18	60
PENDIENTE DEL SECTOR ASOCIO			42%		

Fuente: Autor, 2015.

Cuadro 9: Lecturas para la pendiente del sector asocio.

No.	Lectura (cm)	Pendiente de Lecturas %	No.	Lectura (cm)	Pendiente de lecturas %
1	5	17	32	17.5	58
2	8.5	28	33	22	73
3	15	50	34	28.5	95
4	11.5	38	35	25	83
5	11	37	36	28.5	95
6	10.5	35	37	35	117
7	20	67	38	29	97
8	12.5	42	39	16	53
9	8	27	40	32	107
10	11	37	41	30	100
11	14	47	42	30	100
12	27	90	43	19	63
13	25.5	85	44	14.5	48
14	15	50	45	21	70
15	21	70	46	37	123
16	23.5	78	47	23	77
17	21	70	48	25	83
18	19.5	65	49	26	87
19	11	37	50	18	60
20	11.5	38	51	29	97

21	14	47	52	19	63
22	12	40	53	16	53
23	17	57	54	14	47
24	23	77	55	20	67
25	23	77	56	25	83
26	22.5	75	57	30	100
27	13	43	58	42	140
28	25.5	85	59	33	110
29	17	57	60	22	73
30	21.5	72	61	30	100
31	30	100			
PENDIENTE DEL SECTOR ASOCIO			70%		

Fuente: Autor, 2015.

Cuadro 10: Lecturas para la pendiente del sector limón persa

No.	Lectura (cm)	Pendiente de Lecturas %
1	12	40
2	15	50
3	20	67
4	13	43
5	9	30
6	15	50
7	7	23
8	14	47
PENDIENTE DEL SECTOR LIMON PERSA		44%

Fuente: Autor, 2015.

Cuadro 11: Lecturas para la pendiente del sector café

No.	Lectura (cm)	Pendiente de Lecturas %
1	8	27
2	11	37
3	17	57
4	12	40
5	21	70
6	9	30
7	16	53
8	13.5	45
PENDIENTE DEL SECTOR CAFÉ		45%

Fuente: Autor, 2015.

Cuadro 12: Lectura de clavos en sector aguacate.

SECTOR AGUACATE									
#Clavo	L0 (cm)	L1-L0	L1 (cm) ac	L2-L1	L2 (cm) ac	L3-L2	L3 (cm) ac	L4-L3	L4 (cm) ac
1	0	0.5	0.5	0.5	1	1	2	1	3
2	0	1	1	0	1	-0.2	0.8	0.1	0.9
3	0	0.5	0.5	0.3	0.8	-2.6	-1.8	2.5	0.7
4	0	1	1	-0.4	0.6	0.3	0.9	0.2	1.1
5	0	0.5	0.5	0.1	0.6	0.6	1.2	0.3	1.5
6	0	-0.3	-0.3	0.4	0.1	0.3	0.4	0.3	0.7
7	0	0.8	0.8	-0.9	-0.1	0.1	0	0.5	0.5
8	0	0.7	0.7	0.3	1	0	1	0.4	1.4
9	0	0.4	0.4	0.1	0.5	0.5	1	0.3	1.3
10	0	0.2	0.2	0.3	0.5	0	0.5	0.4	0.9
11	0	0.1	0.1	0.4	0.5	0.7	1.2	0.3	1.5
12	0	1.1	1.1	0.1	1.2	-0.1	1.1	0.3	1.4
13	0	0.4	0.4	0.6	1	0.5	1.5	0.2	1.7
14	0	0.5	0.5	0.4	0.9	0.1	1	0.3	1.3
15	0	-0.5	-0.5	1.1	0.6	-1	-0.4	0.1	-0.3
16	0	0	0	0.1	0.1	-0.1	0	0.2	0.2
17	0	0	0	0.3	0.3	0.5	0.8	0.2	1
18	0	0	0	-0.3	-0.3	0.6	0.3	0.2	0.5
19	0	-0.3	-0.3	0	-0.3	0.3	0	0.2	0.2
20	0	-0.1	-0.1	0.3	0.2	0.3	0.5	0.2	0.7
21	0	-0.3	-0.3	0.6	0.3	0.1	0.4	0.2	0.6
22	0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	1	0.3	1.3
23	0	1	1	0	1	0.2	1.2	0.3	1.5
24	0	1	1	0.2	1.2	0.3	1.5	0.3	1.8
25	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0.3	0.1	0.4
26	0	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	0.1	0.6
27	0	0.1	0.1	0.1	0.2	-0.2	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.4
29	0	2	2	0.5	2.5	0	2.5	0.5	3
30	0	0.9	0.9	-0.1	0.8	0.9	1.7	0.3	2
31	0	0.8	0.8	0.3	1.1	1.2	2.3	0.3	2.6
32	0	0	0	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5
33	0	0.9	0.9	-0.1	0.8	0.2	1	0.3	1.3
34	0	0	0	0.3	0.3	0.1	0.4	0.3	0.7
35	0	0.4	0.4	0.1	0.5	0	0.5	0.2	0.7
36	0	0	0	0.3	0.3	0.1	0.4	0.1	0.5
37	0	0.1	0.1	0.4	0.5	0.5	1	0.2	1.2
38	0	0.8	0.8	0.2	1	0.8	1.8	0.2	2

39	0	-1.5	-1.5	1.5	0	0.1	0.1	0.2	0.3
40	0	1.5	1.5	0.5	2	0.1	2.1	0.4	2.5
41	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.3
42	0	0.4	0.4	0.1	0.5	0.5	1	0.3	1.3
43	0	0.2	0.2	0.3	0.5	0.1	0.6	0.3	0.9
44	0	0.6	0.6	0.4	1	0.7	1.7	0.3	2
45	0	0.1	0.1	0.2	0.3	-0.3	0	-0.1	-0.1
46	0	-0.1	-0.1	0.3	0.2	-0.1	0.1	0.1	0.2
47	0	0.5	0.5	-0.2	0.3	0.4	0.7	0.4	1.1
48	0	1	1	0.1	1.1	0.9	2	0.4	2.4
49	0	2	2	0	2	1	3	0.3	3.3
50	0	2	2	0.5	2.5	0.3	2.8	0.3	3.1
51	0	1.3	1.3	-0.7	0.6	0.6	1.2	0.3	1.5
52	0	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1.5	0.4	1.9
53	0	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.6	0.3	0.9
54	0	0.3	0.3	-0.3	0	0	0	0.2	0.2
55	0	0.8	0.8	-0.2	0.6	0.4	1	0.2	1.2
56	0	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	0.5	0.3	0.8
57	0	-0.1	-0.1	0.1	0	0	0	0	0
58	0	0.4	0.4	0	0.4	0.2	0.6	0.1	0.7
59	0	1.4	1.4	0.1	1.5	0.7	2.2	0.2	2.4
60	0	0	0	0	0	0.1	0.1	-0.1	0
Promedio (cm)	0.442			0.18		0.227		0.288	
Promedio (mm)	4.42			1.8		2.27		2.88	
Media de suelo erosionado (mm)									12.5
Media de suelo sedimentado (mm)									-2

Fuente: Autor, 2015.

39	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0.1	0.1	-0	0	0	0
41	0	0.2	0.2	-0.2	0	0.1	0.1	-0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0.3	0.3	-0	0	0	0.1
44	0	0	0	0.5	0.5	-1	0	0	0
45	0	0.4	0.4	-0.1	0.3	0.4	0.7	0	0.7
46	0	0.5	0.5	-0.2	0.3	0	0.3	0	0.5
47	0	0.3	0.3	2.7	3	-3	0.3	0	0.3
48	0	2	2	-1.9	0.1	3.9	4	0	4.2
49	0	0	0	0.5	0.5	0.1	0.6	-0	0.5
50	0	0.4	0.4	-0.3	0.1	2.2	2.3	0	2.3
51	0	0	0	0	0	-0	-0.3	0	0.1
52	0	0	0	0	0	-0	-0.4	1	0.2
53	0	0	0	0.5	0.5	-1	0	0	0
54	0	0.6	0.6	0.4	1	-1	0.5	0	0.6
55	0	0.9	0.9	-0.9	0	1	1	0	1
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio (cm)	0.21			0.032		0.062		0.047	
Promedio (mm)	2.1			0.32		0.62		0.47	
Media de suelo erosionado (mm)									7.1
Media de suelo sedimentado (mm)									-3.7

Fuente: Autor, 2015.

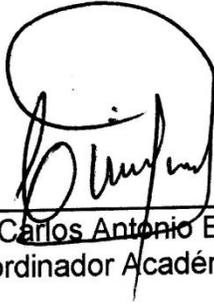
Mazatenango, 09 de noviembre de 2015.



David Alejandro Aquilá Rafael
Estudiante de la carrera de Técnico en Producción Agrícola



Vo. Bo. _____
Ing. Agr. Augusto Israel Solares Rosales
Supervisor – Asesor



Vo. Bo. _____
Ing. Agr. M.Sc. Carlos Antonio Barrera Arévalo
Coordinador Académico



“IMPRIMASE”



Vo. Bo. _____
Dra. Alba Ruth Maldonado de León
Directora CUNSUROC

