

**Diagnóstico del estado de la parcela de
conservación de Zamorano: estudio de suelos,
producción de cultivos y prácticas de
conservación de suelos**

**Gustavo Concepción Godoy Franco
Raúl Mauricio Garzón Andrade**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Diagnóstico del estado de la parcela de
conservación de Zamorano: estudio de suelos,
producción de cultivos y prácticas de
conservación de suelos**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Gustavo Concepción Godoy Franco
Raúl Mauricio Garzón Andrade**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Diagnóstico del estado de la parcela de conservación de Zamorano: estudio de suelos, producción de cultivos y prácticas de conservación de suelos

Presentado por:

Gustavo Concepción Godoy Franco
Raúl Mauricio Garzón Andrade

Aprobado:

Gloria Arévalo de Gauggel, Dra.
Asesora Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Dennis Ramírez, Ph.D.
Co-Asesor Principal

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Elwuin Fiallos, Ing.
Asesor

Diagnóstico del estado de la parcela de conservación de Zamorano: estudio de suelos, producción de cultivos y prácticas de conservación de suelos

Gustavo Concepción Godoy Franco
Raúl Mauricio Garzón Andrade

Resumen. En relieve accidentado, la producción de cultivos en laderas se ve afectada por la erosión y degradación acelerada de los suelos. Caracterizar las propiedades físicas y químicas del suelo, así como las obras de conservación requeridas, contribuye a mantener suelos fértiles y mejorar el rendimiento de los cultivos. Los objetivos de esta investigación fueron realizar un estudio de suelos para identificar la calidad de los mismos para uso agrícola, desarrollar una guía de referencia para el manejo agronómico que se realizan para cada cultivo y elaborar una guía de prácticas de conservación de suelos de la Parcela de Conservación de Suelos de Zamorano (PCSZ). El estudio de suelo se realizó en un área de 19,458 m², mediante 68 barrenaciones y cinco calicatas. Los suelos se clasificaron taxonómicamente y por clase de aptitud de uso. La condición del suelo es limitada por texturas franco arcillosas y franco arcillo arenosas predominantes, drenaje lento y profundidad efectiva <90 cm. Se documentó información técnica que especifica todas las prácticas desde la siembra hasta la cosecha de habichuela, zanahoria, remolacha, cebolla, zapallo, plátano y café. Considerando el clima, se calculó la evapotranspiración diaria, mensual, por etapa y ciclo, calculando el volumen total requerido por el cultivo y comparándolo con el aplicado actualmente. Se incluyeron recomendaciones de fertilización de acuerdo a los requerimientos nutricionales ajustados por la cantidad de nutrientes en el suelo. Se calcularon áreas uniformes por rango de pendiente utilizando el programa ArcGis 10[®]. Se usó el nivel A para trazar las curvas a nivel e identificar las obras de conservación requeridas. Los suelos se clasificaron como Entisoles de aptitud de uso de Clase IV, adecuados para los cultivos con prácticas intensivas de manejo y conservación de suelo. La guía de referencia de manejo agronómico consolidó toda la información para la producción de los siete cultivos en la PCSZ. Las pendientes predominantes fueron de 3 a 12%, la guía de prácticas de conservación contiene los pasos a realizar antes de establecer una práctica de conservación, además de documentar las prácticas realizadas en la PCSZ.

Palabras clave: Aptitud de uso de suelo, barreras vivas y muertas, erosión hídrica, hortalizas, laderas, riego.

Abstract. In rugged terrain, crop yields in hillsides are affected by erosion and an accelerated degradation of soils. Characterize the physical and chemical properties of soil and conservation practices required, it contributes to maintaining soil fertility and improve crop yields. The objectives of this research were to conduct a soil survey, to identify the quality of them for agricultural use, develop a reference guide for the agronomic management that are made for each crop and develop a guide for soil conservation practices of the Soil Conservation Plot of Zamorano (SCPZ). The soil study was conducted in an area of 19,458 m², with 68 holes and five pits. Soils were classified taxonomically and by class of capability for use. The condition of the soil is limited by clay loam and loam sandy clay prevailing, slow drainage and effective depth <90 cm. Were documented technical information specifying all practices from planting to harvest of green bean, carrot, beets, onion, squash, banana and coffee. Considering the climate, evapotranspiration was calculated, daily, monthly by stage and cycle, calculating the total volume required for the crop and comparing the currently applied. Fertilizer recommendations according to the nutritional requirements adjusted by the quantity of nutrients in the soil were included. Uniform areas were calculated by slope range using ArcGis 10[®] software. The A level was used to chart the contour and identify required conservation practices. The soils were classified as Entisols, capability use Class IV, suitable for crops with intensive management practices and soil conservation. The reference guide for agronomic management, consolidates all the information for the production of the seven crops in the SCPZ. The predominant slopes were 3 to 12%, the conservation practices guide contains the steps to take before establishing a conservation practice, in addition to documenting the practices in SCPZ.

Key words: Hillsides, irrigation, land capability, living and dead barriers, vegetables, water erosion.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4. CONCLUSIONES	41
5. RECOMENDACIONES	42
6. LITERATURA CITADA.....	43
7. ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Ubicación de perfiles de suelos descritos en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.....	5
2. Métodos de análisis realizados en el laboratorio para determinar las propiedades químicas del suelo.	8
3. Parámetros para la clasificación de clases por aptitudes de uso de los suelos.	10
4. Determinación de las obras de conservación de suelos según la pendiente y la distancia de separación entre las obras.	13
5. Clasificación de la pendiente según el porcentaje de inclinación.	14
6. Requerimientos nutricionales en kilogramos para la producción de una tonelada para cada cultivo.	18
7. Valor porcentual de ajuste de la dosis de fertilizante.	18
8. Descripción de calicatas de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.	24
9. Cantidad de macronutrientes de la Parcela de Conservación, EAP Zamorano.	26
10. Clase por aptitud de uso del suelo en la Parcela de conservación de suelos, EAP Zamorano.	27
11. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de la zanahoria.	37
12. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de la remolacha.	37
13. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo del zapallo.	38
14. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de habichuela.	38
15. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de la cebolla.	38
16. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo del plátano.	38
17. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo del café.	39
18. Coeficiente de uniformidad y clasificación por cada lote de producción.	39

Figuras	Página
1. Mapa de ubicación de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.....	4
2. Mapa base de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.	6
3. Mapa de ubicación de los lotes de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.	7
4. Mapa de ubicación de las barrenaciones realizadas en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.	11
5. Mapa de ubicación de las calicatas en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.	12
6. Mapa de clases texturales de los suelos de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015. (F-: textura fina <35% de arcilla; F+: textura fina >35% de arcilla; g: textura arenosa; G: grava o piedras)	21
7. Calicata 1 (Typic Fluvaquents)	22
8. Calicata 4 (Typic Fluvaquents)	22
9. Calicata 3 (Typic Ustifluents)	22
10. Calicata 5 (Typic Ustifluents)	23
11. Calicata 2 (Vertic Fluvaquents).....	23
12. Mapa de pendiente de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.....	29
13. Barrera viva de valeriana (<i>Chrysopogon zizanoides</i>). A). Valeriana sin poda. B). Valeriana con poda a 1.10 m.	30
14. Barrera viva de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>). A). Hilera caña de azúcar sin corte. B). Hilera de caña de azúcar después del corte.	31
15. Barrera viva de espada de San Miguel (<i>Iris germanica</i>). A). Barrera viva de espada de San Miguel con poco desarrollo. B). Espada de San Miguel combinado con barrera de piedra.	31
16. Barrera viva de guandul (<i>Cajanus cajan</i>). A). Barrera de guandul. B). Barrera de guandul combinado con barrera de piedra, se puede observar las raíces expuestas por la erosión.	32
17. Barrera muerta de piedra. A). Barrera de piedra en proceso de construcción. B). Barrera de piedra construida en combinación con barrera de espada de San Miguel.....	32
18. Camas para la siembra de los cultivos en la parcela. A). Camas altas con cintas de goteo instalado. B). Camas con cobertura de plástico.....	33
19. Habilitación del lote 15 de la parcela. A). Marcado de la curva a nivel. B). Preparación de suelo para siembra de barrera de viva. C). Preparación de suelo. D). Levantado de cama para cultivo.....	34
20. Portada de la Guía de prácticas de conservación de suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.....	35
21. Portada de la Guía de Referencia para el Manejo Agronómico de Cultivos, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.	36

Anexos	Página
1. Descripción de calicata 1 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.....	46
2. Descripción de calicata 2 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.....	47
3. Descripción de calicata 3 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.....	48
4. Descripción de calicata 4 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.....	49
5. Descripción de calicata 5 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.....	50
6. Guía de Prácticas de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.....	50
7. Guía de Referencia de Manejo Agronómico de Cultivos, EAP Zamorano, 2015.....	69

1. INTRODUCCIÓN

Los países latinoamericanos han aprovechado inadecuadamente los recursos naturales. El suelo es un recurso indispensable para la agricultura, por lo tanto es necesario evitar la degradación y desgaste causado por el manejo inadecuado del mismo. La dificultad que existe en esta parte del continente americano para encontrar suelos productivos hace notar la urgencia e importancia de lograr ser eficientes en el uso de nuestros recursos (Raudes y Sagastume 2011).

Honduras es un país ubicado en América Central que se caracteriza por tener un relieve muy accidentado, alrededor del 75% de la superficie posee pendientes mayores del 25%. Por lo cual está catalogado como el país más montañoso de la región. Suelos con las mejores condiciones para el uso agropecuario, no representan más del 25% del territorio y están ubicados principalmente en valles, pie de las montañas y vegas de los ríos (SECPLAN 1989).

Las personas que están relacionadas con el aprovechamiento de laderas se ven afectadas al usar suelos marginales y bajo nivel tecnológico, esto fomenta la práctica de agricultura de subsistencia y consecuentemente un aumento en la degradación del suelo (FAO s.f.). La producción agrícola es una actividad que requiere de la interacción de varios factores ya sean ambientales, económicos o aplicación de prácticas culturales. Dentro de los factores ambientales la producción se ve afectada por elementos climáticos como humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento, temperatura y precipitación. A su vez el suelo, la incidencia de plagas y enfermedades desempeñan un papel importante en el rendimiento de los cultivos (FAO 1996).

Factores económicos como el poder adquisitivo, capital destinado a inversión en el manejo del cultivo, implementación de tecnología, costos de maquinaria, combustible, pesticidas y mano de obra, influyen en la producción (FAO 2003). Además las prácticas culturales como fertilización, suministro de riego, control de malezas, manejo adecuado de la cosecha y cuidado poscosecha también determinan la producción de alimentos.

El suelo es un cuerpo natural tridimensional que es parte de un ecosistema, que debe ser estudiado en el campo con una observación detallada ya sea como el suelo en su conjunto como el medio que lo rodea. El perfil de suelo es un corte vertical del suelo que permite observar las características físicas y químicas desde la superficie hasta el material que le dio origen. A estos perfiles se le denominan horizontes (Porta *et al.* 2003).

La erosión se define como el desprendimiento, arrastre y deposición de las partículas del suelo por acción del agua y el viento. Las actividades agrícolas realizadas por el hombre contribuyen enormemente en el proceso de la erosión del suelo. Los factores que influyen en la erosión del suelo son los naturales, físicos y antrópicos (Walle 2003).

La conservación de los suelos es el conjunto de obras y prácticas para el control de los procesos de degradación para mantener y mejorar las capacidades productivas potenciales de los suelos. Estas actividades deben incluir la prevención y la reducción de la erosión, mantener y mejorar la fertilidad de los suelos, mejoramiento de las propiedades químicas, además deben incluir los drenajes de los suelos (FHIA 2011, FAO 2000).

El manejo de suelos es en ladera debe combinar practicas integradas que contribuyan a la solucionar los problemas de afectan este tipos de terrenos como es la degradación de suelos, que conlleva la perdida de fertilidad, condición física y actividad biológica. La erosión es la principal causante de la degradación, arrastrando partículas finas generalmente y materia orgánica, que constituyen los pilares de la fertilidad de los suelos (LUPE 1994).

El suelo no es una cubierta uniforme ya que no todos los suelos tienen los mismos atributos y se comporta de la misma manera a distintos usos. El levantamiento de suelos, además de su relevancia científica, ayuda a la agrupación por la aptitud de los suelos para su uso determinado, ya que sus propiedades varía a través del paisaje (Porta *et al.* 2003).

Un manual es una recopilación de información detallada sobre todas las instrucciones que se deben seguir al realizar una actividad, para el lector es una herramienta que facilita el desarrollo correcto de las actividades diarias que se le delegan, dado que la información que contiene el documento es fácil de comprender. Un procedimiento es una sucesión cronológica de un conjunto de labores que se realizan diariamente, conforman la manera en la que se realizan operaciones o trabajos en la organización (UNAM 1994).

El módulo de conservación de suelos empezó como proyecto de conservación de suelos del Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, financiado por la Cooperación Suiza en América Central y Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central. Desde el 2006 formó parte de Zamorano, como parte del aprender haciendo de los estudiantes de primer año. Donde el estudiante desarrolla capacidades de aprender los conceptos básicos del manejo de suelos e implementar prácticas de conservación de suelos necesarios en zonas de ladera. La parcela cuenta con cultivo intensivo de hortalizas y asocio de cultivo de café con plátano (Arévalo y Gauggel 2011).

Es necesario documentar las actividades que se realizan y el manejo específico que se da a cada cultivo de la Parcela de Conservación de Suelos de Zamorano, esto combinado con las prácticas de conservación de suelos en laderas. Se tomó la iniciativa de elaborar un manual que pueda contener la información necesaria para el buen desempeño de las actividades de la parcela.

Los objetivos de esta investigación fueron realizar el estudio de suelos para identificar el potencial de uso para la producción agrícola, desarrollar una guía de referencia para el manejo agronómico que se realizan para cada cultivo y elaborar una guía de prácticas de conservación de suelos en la Parcela de Conservación de Suelos de Zamorano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de suelos

Ubicación. El estudio se realizó en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano (Figura 1). Está ubicada a una altura de 760 msnm con una precipitación anual de 1,200 mm y una temperatura promedio anual es de 24.5°C. La parcela de suelos posee una extensión de 19,458 m², divididas en lotes del 1 al 15.

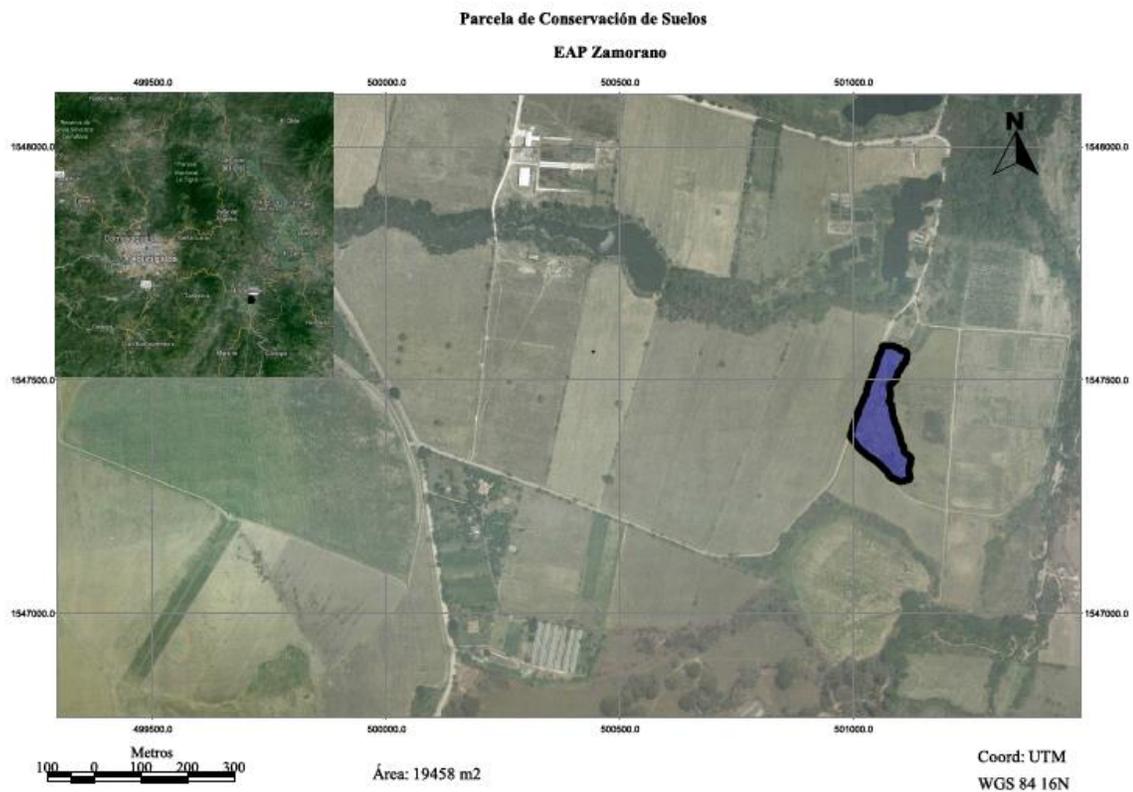


Figura 1. Mapa de ubicación de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

Determinación del área en estudio. Para delimitar la parcela de trabajo y la ubicación de los lotes de producción, se utilizó un aparato GPS de mano de la marca Garmin 72H® para la georreferenciación de los puntos. Los datos levantados fueron procesados en el programa ArcGis 10®, generando un mapa base de la parcela (Figura 2) y un mapa de ubicación de los lotes (Figura 3).

Caracterización de los suelos. En el estudio de suelo se perforó el suelo con barrenos tipo Edelman. Se realizaron un total de 68 barrenaciones con una intensidad de una barrenación por cada 286 m², asegurándose que cada lote sea barrenado. Se determinaron características morfológicas, identificación de horizontes por la textura y la profundidad de cada una (Figura 4).

Se describieron cinco perfiles en los sitios representativos mediante la apertura de calicatas cuyas dimensiones fueron de 1 m de largo × 1 m de ancho × 1.10 m de profundidad (Cuadro 1). La distribución de las calicatas fue de acuerdo a las familias texturales determinadas por las barrenaciones de suelo y pendiente del terreno. Además se incluyó una calicata para la nueva parcela denominada Lote 15 (Figura 5).

Las propiedades físicas descritas fueron:

1. Color (Tabla Munsell).
2. Profundidad de cada horizonte (cinta métrica).
3. Estructura.
4. Textura (método manual).
5. Resistencia a la penetración (penetrómetro).
6. Consistencia
7. Presencia de raíces y rocas. Además se describe la presencia de poros, profundidad efectiva y la nitidez entre los horizontes.

Cuadro 1. Ubicación de perfiles de suelos descritos en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

N° de Calicata	Lote	Coordenadas	
		X	Y
1	2	501023	1547391
2	8	501058	1547398
3	15	501080	1547533
4	13	501040	1547461
5	10	501087	1547309

MÓDULO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

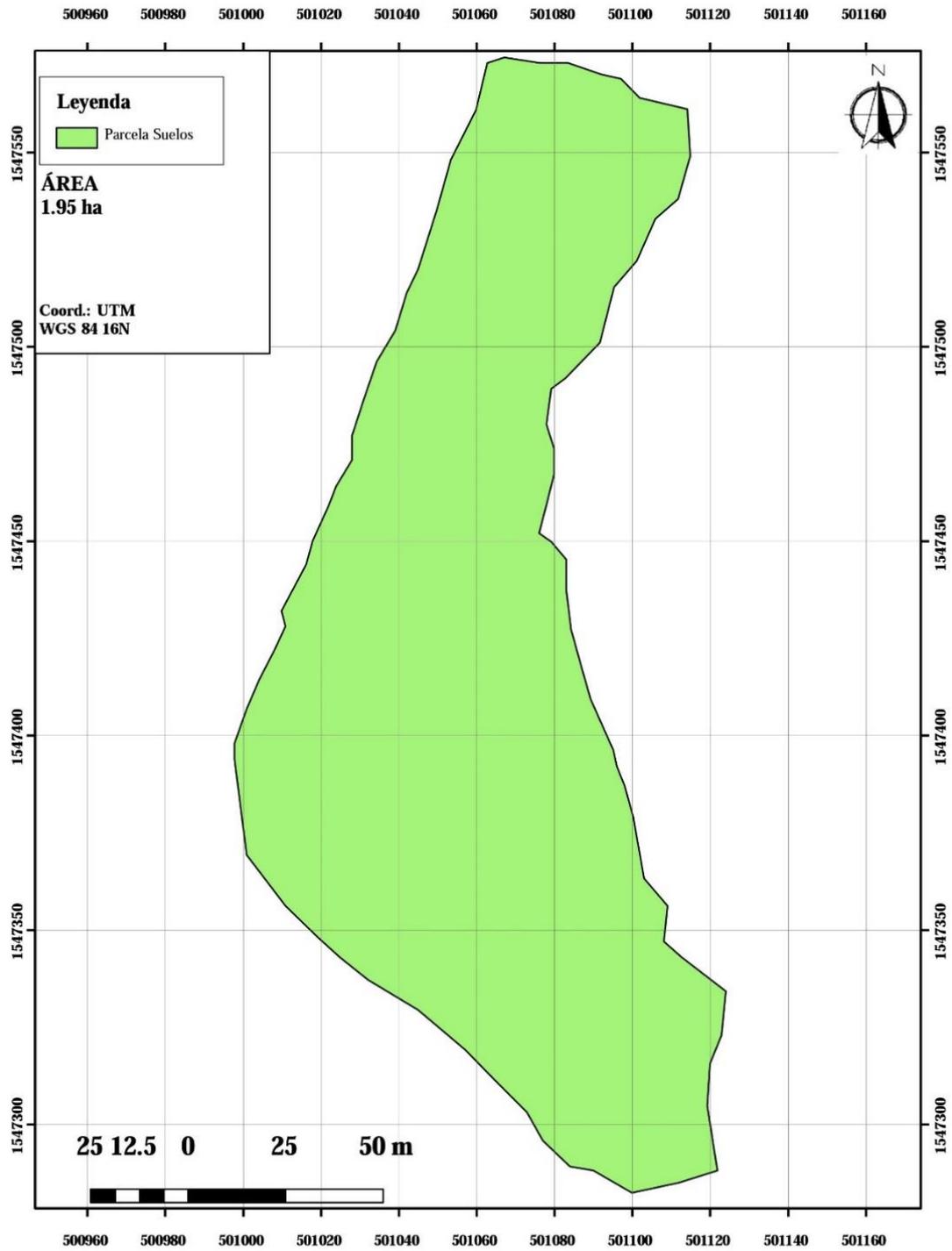


Figura 2. Mapa base de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

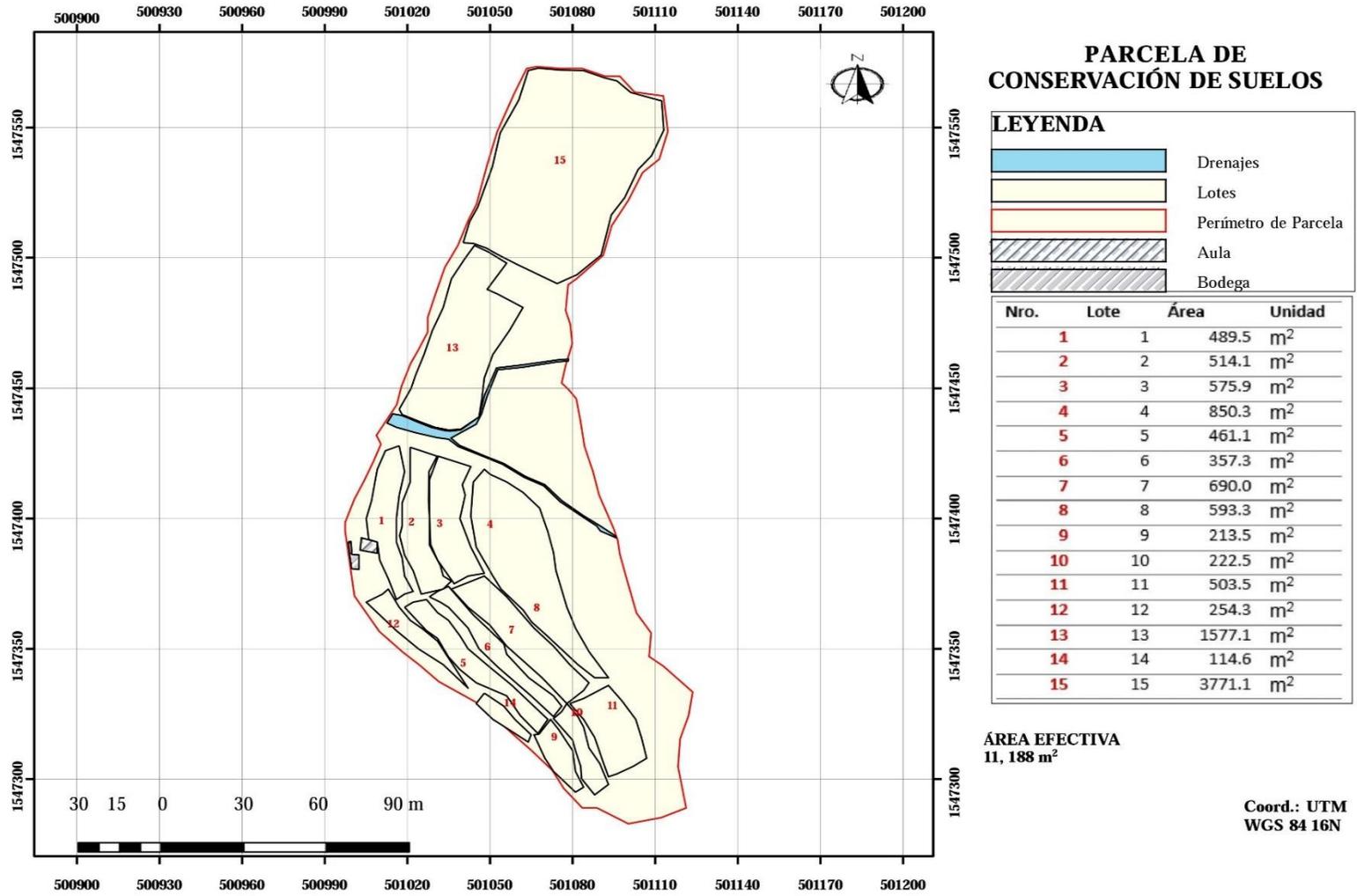


Figura 3. Mapa de ubicación de los lotes de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

Descripción de los suelos por clase textural. La textura es la propiedad del suelo que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetros menores a 2 mm, que se agrupan en tres clases definidas por su tamaño como la Arena (A), Limo (L) y Arcilla (Ar) (Scott 2000). Los suelos de textura gruesa predominan las partículas de tamaño grande, los suelos de texturas finas están compuestos por tamaño de partículas pequeñas. Cada suelo presenta diferentes cantidades de arcilla, limo y arena, aunque sus propiedades físicas, químicas y mecánicas no difieren entre sí (Soil Survey Staff 2010, Jaramillo 2002). El tamaño define las características físico-químicas del suelo. La textura define la aireación, movimiento de agua, retención y disponibilidad de nutrientes con lo cual se determina la productividad, erodabilidad, uso y manejo que se puede dar al suelo (Jaramillo 2002).

Según la descripción de los perfiles de suelos por sus características físicas, se han agrupado las texturas según sus familias. Muy gruesa (G) fragmento de roca, roca y gravilla; Gruesa (g) arenosa, arenosa franca; Media (M) franco, franco limosos, limosos; Finas (F-) Franco arcilloso con <35% de arcilla, franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso; Muy finas (F+) arcilloso, arcillo limoso, franco arcilloso con >35% de arcilla (Arévalo y Gauggel 2015).

Análisis químico. Se revisó el historial de análisis químicos realizados en la parcela desde el año 2013. Comprende muestras compuestas de los primeros 0 – 20 cm de profundidad de toda la parcela. El análisis químico incluyó, pH, materia orgánica, la disponibilidad de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) y micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn, B). Se determinó la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) (sumatoria de saturación de bases y acidez intercambiable) y porcentaje de saturación de bases (sumatoria de bases dividido la CIC por 100).

Cuadro 2. Métodos de análisis realizados en el laboratorio para determinar las propiedades químicas del suelo.

Propiedades Químicas	Método
Materia Orgánica	Walkley & Black
Nitrógeno	5% de materia orgánica
Fósforo	Solución extractora Mehlich III, determinado por colorimetría.
K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Na	Solución extractora Mehlich III, determinado por espectrofotometría de absorción atómica.
S, B	Solución extractora fosfato de calcio, determinado por colorimetría.
pH	Potenciómetro: Relación suelo agua 1:1

Fuente: Arévalo y Gauggel 2014. Adaptado por los autores.

Clasificación taxonómica de los suelos. La clasificación de suelos se realiza por medio de la clave taxonómica desarrollada por “Soil Survey Staff” de la USDA (United States Department of Agriculture) en los cuales los suelos se clasifican e identifican según haya o no por categorías de epipedón, endopedón, orden, suborden, gran grupo, subgrupo y familia textural. Estas categorías están denominadas por las propiedades morfológicas, físicas y químicas del suelo.

Definición de clases de suelo por aptitud de uso. Las características y cualidades de los suelos definen el uso que se puede hacer del suelo. Están agrupados en virtud de su potencialidad y limitaciones para el desarrollo de un cultivo. Los suelos son clasificados con criterio a su capacidad de uso, las cuales se agrupan en ocho clases (I al VIII), según va disminuyendo la clase por aptitud, el uso agrícola se ve limitado (Klingebiel y Montgomery 1961) y se describen a continuación.

Clase I: Estos suelos no tienen o solamente poseen ligeras limitaciones y riesgos de erosión. Son suelos profundos, productivos y de fácil laboreo. No presenta problemas por encharcamientos aunque su uso inadecuado puede perder fertilidad. No requiere de manejo o conservación especial.

Clase II: Presentan limitaciones moderadas de uso y de erosión. Suelos que requieren de un adecuado laboreo. Requiere de un mayor grado de manejo y conservación.

Clase III: Presentan mayores limitantes para los cultivos y problemas con la erosión. Presentas bajas fertilidades y requieren de un mayor laboreo. Por ende requiere de mayor grado de manejo y conservación.

Clase IV: Suelos con limitaciones serias y permanentes. Requieren de un manejo especial para poder cultivarlos. Son mejores para cultivos herbáceos, requieren de mayor grado de conservación por los problemas que presentan.

Clase V: Son desfavorables para los cultivos, requieren de cuidados intensos. Presentan escasa erosión. Se recomienda tenerlos cubiertos con vegetación o pueden ser aptos para pastizales y silvicultura.

Clase VI: Presentan limitaciones permanentes, no aptas para cultivos. Son empleados para pastizales y silvicultura.

Clase VII: Presentan limitaciones permanentes y severas. Presentan pendientes fuertes, son erosionados, accidentados y áridos. Su aprovechamiento es pobre y se debe de implementar manejos estrictos.

Clase VIII: Estos suelos no son aptos para ninguna actividad. Son suelos esqueléticos, pedregosos, rocas desnudas, en pendientes extremas. Estos suelos deben de utilizarse con fines de conservación de fauna y vida silvestre.

Subclase. Se definen de acuerdo a los factores que identifican las limitaciones y los tipos de prácticas de conservación necesarias que presentan cada clase (Cubero 2001). La subclase se añade como un subíndice a la Clase encontrada según las limitantes encontradas (Porta *et al.* 2003).

En este estudio los parámetros para la clasificación de cada suelo en subclases fueron por textura (t), profundidad efectiva (pe), pedregosidad (p) y drenaje (d) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros para la clasificación de clases por aptitudes de uso de los suelos.

Clase por Aptitud	Parámetros			
	Profundidad Efectiva	Pedregosidad	Textura	Drenaje
I	Muy profundo (> 120 cm)	Sin pedregosidad (0 - 5%)	F, FL, L, FAF	Bueno
II	Profundo (90 - 120 cm)	Ligeramente pedregoso (5 - 10%)	AFf, FAm, FAg, FAR-, FARL, FARa	Mod. Rápido a Mod. lento
III	Moderadamente profundo (60 - 90 cm)	Moderadamente pedregoso (10 - 15%)	A, AFm, AFG, FAR+	Mod. lento a lento
IV	Poco profundo (30 - 60 cm)	Pedregoso (15 - 25%)	Ar, ArA, ArL	Mod. Lento a Mod. rápido
V	Superficial (0 - 30 cm)	Muy pedregoso (25 - 50%)		Mod. lento a rápido
VI		Fuertemente pedregoso (50 - 75%)		Mod. Rápido a Mod. lento
VII		Extremadamente pedregoso (75 - 100%)		Cualquiera

A: arenoso, AFf: arenoso franco fino, AFm: arenoso franco medio, AFG: arenoso franco grueso, Ar: arcilloso, ArA: arcillo arenoso, ArL: arcillo limoso, F: franco, FAF: franco arenoso fino, FAm: franco arenoso medio, FAg: franco arenoso grueso, FAR-: franco arcilloso (Ar<35%), FAR+: franco arcilloso (Ar>35%), FARa: franco arcillo arenoso, FARL: franco arcillo limoso, FL: franco limoso, L: limoso.

Fuente: Bronzoni *et al.* 1994. Adaptado por los autores.

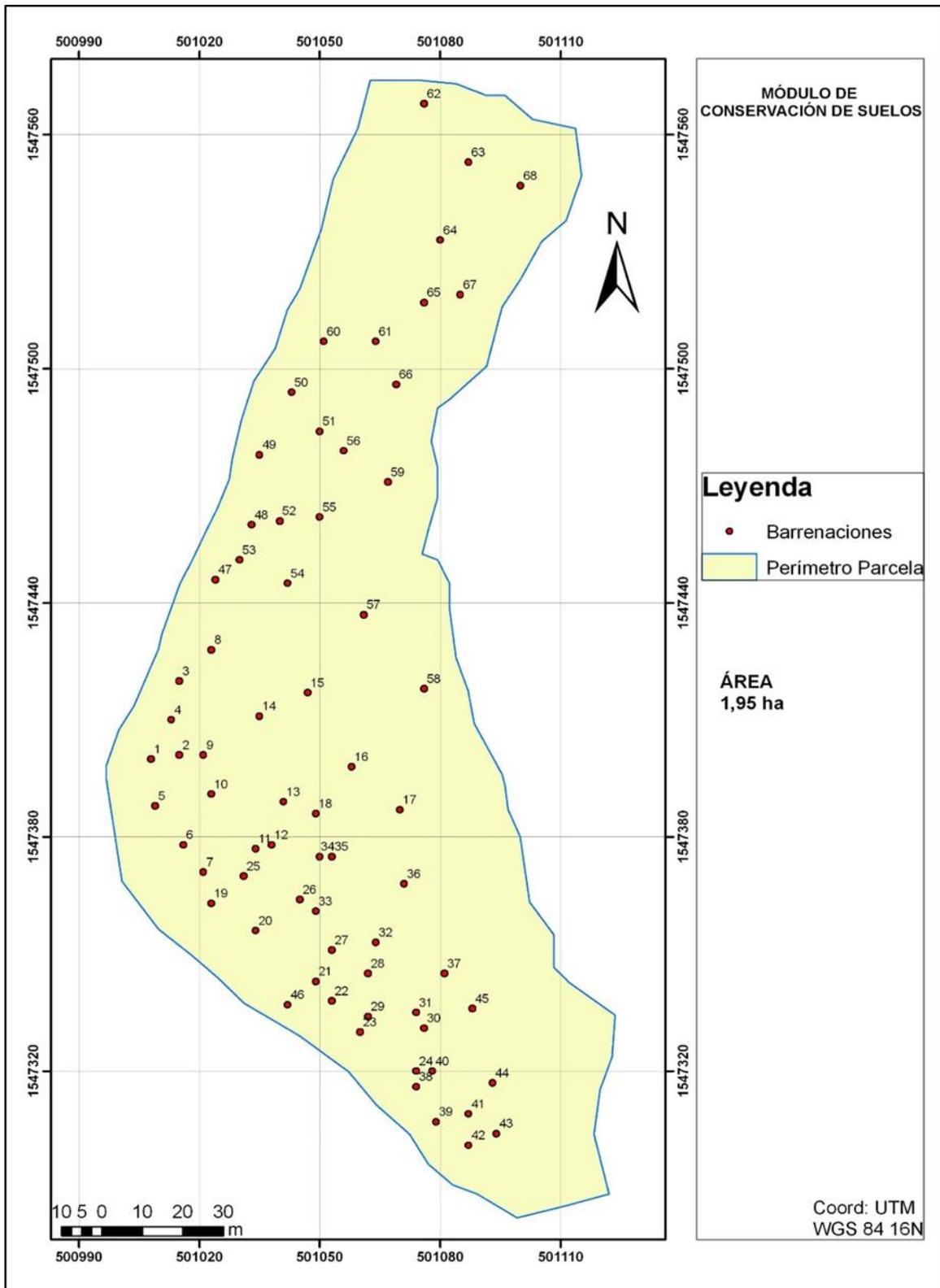


Figura 4. Mapa de ubicación de las barrenaciones realizadas en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

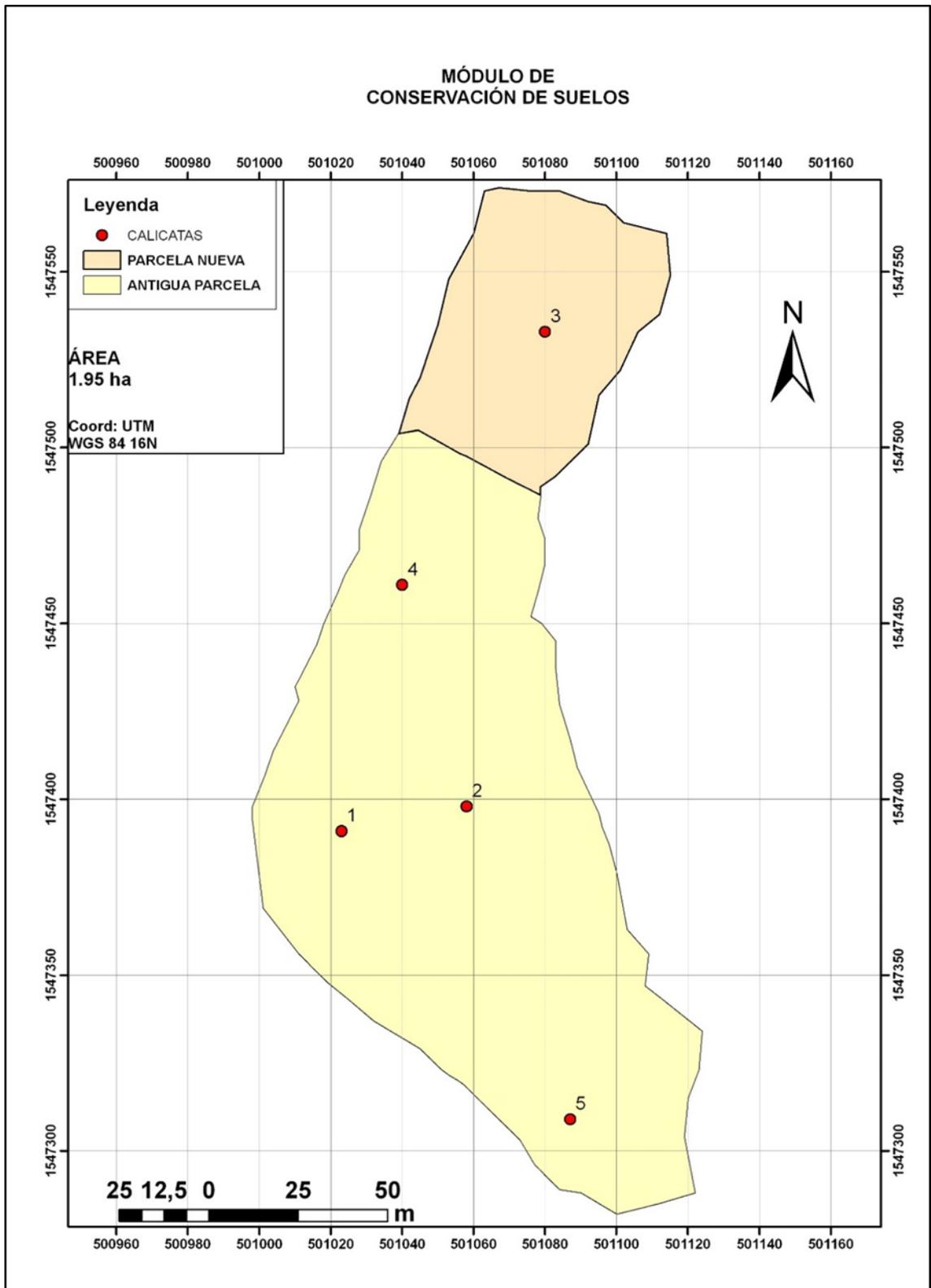


Figura 5. Mapa de ubicación de las calicatas en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

Identificación de prácticas de conservación de suelos en laderas

Se realizó la identificación de la parcela para reconocer las prácticas de conservación de suelos implementadas. Documentando todas las actividades realizadas con revisión de literatura en una guía.

En el lote 15 se realizaron las prácticas de conservación de suelos requeridas de acuerdo a las pendientes determinadas (Cuadro 4). Se utilizaron nivel A para la determinación de la pendiente del terreno, el porcentaje de pendiente se obtiene de la diferencia de altura entre la base de los brazos del nivel A, dividiendo este valor por dos. Se trazó la línea madre necesaria para marcar las distancias de separación de las obras de conservación de suelos, realizando la curva a nivel para su implementación.

Con los puntos obtenidos con un aparato GPS (Global Positioning System) de la marca Garmin 72H[®], con los datos de la georreferenciación, en el programa ArcGis 10[®] se generó un DEM (Modelo Digital de Elevación) que es la representación estadística del terreno, en forma de números digitales, por medio de un conjunto de puntos con coordenadas x, y, z respecto a un sistema de georreferenciación conocido (Miller y Laflamme 1958). Esto con el fin de elaborar un mapa de pendientes de la parcela, clasificando cada pendiente por su rango y el área que representa en la parcela (Cuadro 5).

Cuadro 4. Determinación de las obras de conservación de suelos según la pendiente y la distancia de separación entre las obras.

Obras de conservación de suelos	Pendiente		
	< 15%	15 - 30%	30 - 50%
Barreras vivas	15 – 30 m [£]	10 – 15 m	4 – 10 m
Barreras muertas	10 – 20 m	6 – 10 m	4 – 6 m
Acequias	10 – 20 m	8 – 10 m	6 – 8 m

Fuente: Raudes y Sagastume 2011.

£ Metros

Cuadro 5. Clasificación de la pendiente según el porcentaje de inclinación.

Rango de Pendiente (%)	Clasificación de la pendiente
0 – 3	Planas o casi planas
3 – 7	Ligeramente plana
7 – 12	Moderadamente inclinada
12 – 25	Inclinadas
25 – 50	Fuertemente inclinada
50 – 75	Escarpada
>75	Fuertemente escarpada

Fuente: Bronzoni *et al* 1994. Adaptado por los autores.

Guía de referencia para el manejo agronómico de los cultivos

De los cultivos en producción en la Parcela de Conservación de Suelos se documentó información técnica sobre el manejo agronómico adecuado para cada cultivo, considerando los factores edafoclimáticos de la región que influyen en el rendimiento de los mismos.

Estimación de requerimientos hídricos. Para el desarrollo adecuado de cada cultivo es necesario conocer elementos del clima como la temperatura, humedad, radiación solar, viento y precipitación. Que al estar relacionados a los factores climáticos como la altitud, latitud, cercanía al mar y el relieve determinan el clima de un lugar específico (FAO 1996).

Se estimó la cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por la evapotranspiración del cultivo, utilizando el método de Penman Montith (Allen *et al.* 1998). Para calcular el requerimiento de agua de cada cultivo, se utilizó la siguiente ecuación [1].

$$ETc = ETo \times Kc \quad [1]$$

Dónde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo, expresada en mm/día, mm/semana, mm/mes.

ETo: Evapotranspiración de referencia expresada en mm/día, mm/semana, mm/mes.

Kc: Coeficiente del cultivo (adimensional).

La evapotranspiración de referencia se refiere a una superficie en óptimas condiciones y crecimiento activo y bien provisto de suministro de agua. La superficie de referencia es un cultivo herbáceo que se mantiene a una altura de 8 a 15 cm. Según las condiciones climáticas presentadas en cada región se debe calcular la evapotranspiración, en función de las variables climáticas como temperatura, humedad relativa, radiación y velocidad del viento (IICA 1983).

La evapotranspiración de referencia se tomó de la base de datos de la estación climatológica de la Escuela Agrícola Panamericana, la cual, emplea el método de Penman Montith para determinar la ETo. La evapotranspiración de referencia diaria desde el año 2005 – 2015; Permite estimar el valor promedio en milímetros por unidad de tiempo. Para esta investigación se usó el valor promedio de ETo/día.

El coeficiente de cultivo expresa las diferencias entre el cultivo y la superficie de referencia. Los valores de coeficiente de cultivo varían principalmente en función del cultivo y de la duración de sus distintas fases de crecimiento, variando hasta un límite en función del clima. Permitiendo la transferencia de valores estándar entre distintas áreas geográficas y climas (Briceño *et al.* 2012)

El coeficiente único Kc representa un promedio en el tiempo de la evaporación en el suelo y la transpiración “Por lo tanto para un manejo típico del riego, es válido aplicar el procedimiento del coeficiente único promediado temporalmente” (Allen *et al.* 1998).

El ciclo del cultivo se divide en cuatro etapas la duración de estas también se puede determinar a partir de información local, sin embargo hay que tomar en cuenta parámetros para la identificación de cada fase. La fase inicial, desde la siembra hasta el 10% de suelo sombreado. Fase de desarrollo entre el 70 – 80% del suelo esta sombreado, cuando se da el comienzo de la senescencia de las hojas es la fase media. La fase tardía llega hasta la maduración o recolección del fruto (IICA 1983).

El cálculo de los días utilizados por el cultivo en cada mes se efectuó según la fecha de siembra, relacionando la duración de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo se estimó la cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida.

Evaluación del suministro de requerimientos hídricos

- **Área.** El terreno que tiene un área de 19,458 m², fraccionada en 15 lotes con pendiente y dimensiones desiguales.
- **Procedencia de fuente de agua.** Se utilizó como fuente de agua el afluente abastecido de la reserva Santa Inés, situada en los alrededores de la Escuela Agrícola Panamericana en el municipio de San Antonio de Oriente.
- **Filtrado.** El sistema de riego no cuenta con un sistema de filtrado.
- **Variables a medir.** Se midió la descarga de tres goteros por cama en cada uno de los lotes, esto con el fin muestrear el inicio, parte media y final de cada lateral. Para esto se empleó probeta y un cronometro durante 60 segundos, el número total de goteros muestreados varía según la cantidad de camas del lote, los datos obtenidos se emplearon para calcular los indicadores presentados a continuación:
- **Caudal.** Se estimó por medio de la siguiente fórmula [2]

$$Q = \frac{v}{t} \quad [2]$$

Donde:

Q: Caudal en L/hr

v: Volumen en L

t: Tiempo en hora

- **Coefficiente de uniformidad.** En la mayoría de los casos, los cálculos y determinación del riego son basados en el caudal nominal de la cinta que se está utilizando. Es importante reconocer que este caudal puede variar por factores como presión, temperatura,

taponamientos y fallas en el diseño del sistema de riego. Esta variación hace que el caudal real sea diferente al caudal nominal y se vean resultados diferentes a los esperados.

El coeficiente de uniformidad (CU) es una medida estandarizada que indica que tan homogénea es la distribución de los caudales en relación a la media de caudal para un área determinada.

La determinación del (CU) se realizó utilizando el método desarrollado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y el Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile el cual se describe en la siguiente fórmula [3]

$$CU = \frac{Q_{25\%}}{Q_a} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

CU: Coeficiente de Uniformidad.

$Q_{(25\%)}$: promedio de los cuatro emisores con menor caudal.

Q_a : promedio del caudal de todos los emisores.

Para determinar la cantidad de agua aplicada a los cultivos se tomó en cuenta el lote en el que se desarrolló el cultivo y la dimensión del mismo, la respectiva fecha de siembra y las horas bajo riego a lo largo de cada ciclo. Según el número de ciclos potenciales en un año que podemos alcanzar para una producción constante del cultivo, se determinó el requerimiento de agua que se debe suplir por las pérdidas por evapotranspiración y la cantidad de agua por cada ciclo, la diferencia entre lo requerido y lo que fue suministrado permite verificar si se están supliendo las necesidades hídricas de los cultivos.

Un método para verificar si las necesidades hídricas de los cultivos son suplidas, es calcular el volumen suministrado y el requerido por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra, la diferencia entre ambos provee un resultado empleado para determinar si el manejo del sistema de riego es adecuado.

Calidad de los suelos y su potencial para la producción agrícola. Mediante un análisis químico se cuantificó los macro y micronutrientes, pH y materia orgánica presente en el suelo, de acuerdo a los resultados se incluyeron los ajustes de requerimientos nutricionales y las recomendaciones de fertilización a realizar.

Requerimientos nutricionales. Para conocer las necesidades nutrimentales de un cultivo es necesario conocer su variedad, y con dicho criterio tomar en cuenta las características que presenta, como por ejemplo la duración de la etapa de desarrollo vegetativo, cantidad de nutrientes que extrae específicamente por la cosecha, así como el consumo total efectuado a lo largo del ciclo (Bertsch 2003).

La cantidad de nutrientes que extrae un cultivo para completar su ciclo de producción, cuantificada mediante estudios de absorción realizados por varios autores, presentan resultados distintos entre sí. Los valores originados no son semejantes debido a que cada

estudio se efectuó bajo ciertas condiciones y en distintos escenarios. Por lo que es común hallar varias publicaciones con diferentes valores que impiden asociar el consumo concreto del cultivo de interés (Bertsch 2003).

Con el fin de especificar la cantidad en kilogramos de Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio que son requeridos por cultivo, se tomaron los datos de una fuente que refiere la extracción de dichos elementos para el mismo nivel de producción. En este caso la cantidad requerida de cada elemento en kilogramos está referida a la producción de una tonelada de cada cultivo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Requerimientos nutricionales en kilogramos para la producción de una tonelada para cada cultivo.

Cultivo	N[§]	P	K	Ca	Mg
Cebolla	3.0	0.5	4.0	1.5	0.1
Habichuela	68.0	7.0	49.0	27.0	8.0
Remolacha	6.0	0.7	8.0	3.0	1.0
Plátano ^π	2.0	0.9	7.2	0.5	1.0
Zanahoria	4.0	0.8	6.0	3.3	0.7
Café	5.0	0.4	6.0	1.0	0.5
Zapallo	4.0	0.6	6.0	9.8	0.8

Fuente: Bertsch 2003.

^π Los nutrientes no están expresados en su forma elemental, si no en su forma de óxido.

[§] N: Nitrógeno, P: Fósforo, K: Potasio, Ca: Calcio, Mg: Magnesio.

Fertilización y dosificación. La adecuada fertilización del cultivo proporciona los nutrientes necesarios para el buen desarrollo, crecimiento y rendimiento. El análisis de suelo es una práctica obligatoria para determinar el estado de fertilidad del suelo, el tipo de fertilizante y las cantidades necesarias a aplicar, se recomienda realizarlo con una frecuencia de dos años.

Para suplir los requerimientos nutricionales del cultivo, se estimó la cantidad de fertilizante comercial que se debe aplicar ajustando el consumo, al valor porcentual de ajuste asignado según el contenido de cada nutriente presente en el suelo (Cuadro 7). De acuerdo con estos resultados para una producción de una tonelada por hectárea se recomienda aplicar la dosis de fertilizante comercial en kg/ha/ciclo.

Cuadro 7. Valor porcentual de ajuste de la dosis de fertilizante.

Contenido del nutriente en el suelo	Valor de ajuste de la dosis (%)
Bajo	100 – 125
Medio	75 – 100
Alto	50 – 75

Fuente: Arévalo y Gauggel 2014. Adaptado por los autores

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de suelos

Profundidad efectiva. La parcela presenta suelos moderadamente profundos (90 – 60 cm) que representan el 40% de los perfiles descritos y suelos pocos profundos (30 – 60 cm) el 40% y un 20% presenta suelos profundos (90 – 120 cm) (Cuadro 8). La mayor limitante que presenta estos suelos es la resistencia a la penetración $>3.5 \text{ kg/cm}^2$ causada por la presencia de arcillas finas y de capas rocosas o pedregosas (Bronzoni *et al.* 1994).

Consistencia. La consistencia en húmedo de muy friable y friable se encontró en la mayoría de los perfiles descritos representando un 80%. Mientras que las consistencias muy firmes y firmes un 20% de los perfiles descritos (Cuadro 8). Esta consistencia en húmedo va relacionado con las texturas encontradas en los perfiles, a profundidades de 0 – 70 cm, las consistencias friables tienen relación con la textura franca mientras las consistencias firmes con las arcillas.

Estructura. Según las descripciones de perfiles de suelos se encontró estructuras en forma de bloques subangulares que representan el 80%, seguidos de estructura granular y estructuras migajosas un 20% de los perfiles (Cuadro 8). Se encontraron estructuras adecuadas para el desarrollo de los cultivos y que no representan limitaciones. Las estructuras granulares y bloques subangulares, permiten el movimiento de agua, aire y el desarrollo radicular.

Textura. Las texturas encontradas en los horizontes superficiales (0 – 30 cm) fueron las texturas medias y finas (franco arenoso, franco arcillo arenoso), mientras los horizontes pocos profundos (30 – 60 cm) en mayor proporción presentaron texturas muy finas (franco arcillosas $>35\%$ de arcilla y arcillosas). Los horizontes moderadamente profundos (60 – 90 cm) presentaron texturas finas (franco arcillosas $<35\%$ de arcilla) y los suelos profundos se encontraron texturas variables distribuidas entre medias, gruesas y finas (Figura 6).

Pedregosidad. Se encontraron la presencia de piedras en su mayoría de tamaño pequeño y mediano distribuidas en todos los perfiles de la parcela, excepto en la calicata dos en donde no se encontró piedras (Cuadro 8). Esto no limita el desarrollo radicular de las plantas y permite la mecanización del terreno.

Color. El color del suelo refleja la composición de minerales dominantes, así como las condiciones pasadas y presentes de óxido-reducción del suelo y el grado de descomposición de la materia orgánica (FAO 2009). En las calicatas los perfiles descritos, los colores dominantes fueron: 10 YR, 7.5 YR y 5 YR. Estos suelos predominan una coloración de pardo muy oscuro con bajo croma (≤ 3), y un bajo valor (≤ 4) (Cuadro 8). Lo cual indica la acumulación de materia orgánica y mal drenaje (Jaramillo 2002).

Resistencia a la penetración. Es la fuerza que opone el suelo a un instrumento cuyo valor es la integración de características como compactación de suelo, textura, humedad, el tipo de arcilla, materia orgánica y estructura de suelo. Es importante determinar la resistencia a la penetración ya que de acuerdo a los valores se determina el impedimento mecánico para el desarrollo de las partes subterráneas de las plantas (Narro 1994).

Según las lecturas del penetrómetro, en la parcela se encontraron resistencias $< 2.5 \text{ kg/cm}^2$ en los primeros 0 a 30 cm del suelo, en dos calicatas se encontraron resistencias $> 4 \text{ kg/cm}^2$ a profundidades de 30 a 60 cm que representa una limitante para el desarrollo de las raíces, esto se ve reflejado en las pocas cantidades y tamaños muy finos y finos de raíces encontradas en estos perfiles (Cuadro 8).

Distribución de los suelos. Se encontraron suelos jóvenes (Entisoles), originados por la deposición de sedimentos finos, por la influencia de la actividad del Río Yeguaré. Con drenaje moderado a lento y texturas finas Fluvaquents (Típicos y Verticos) en la parte baja (Figura 7, 8 y 11). Los suelos Ustifluents (Típicos) con texturas medias y finas con drenaje moderado en la parte alta de la parcela (Figuras 9 y 10).

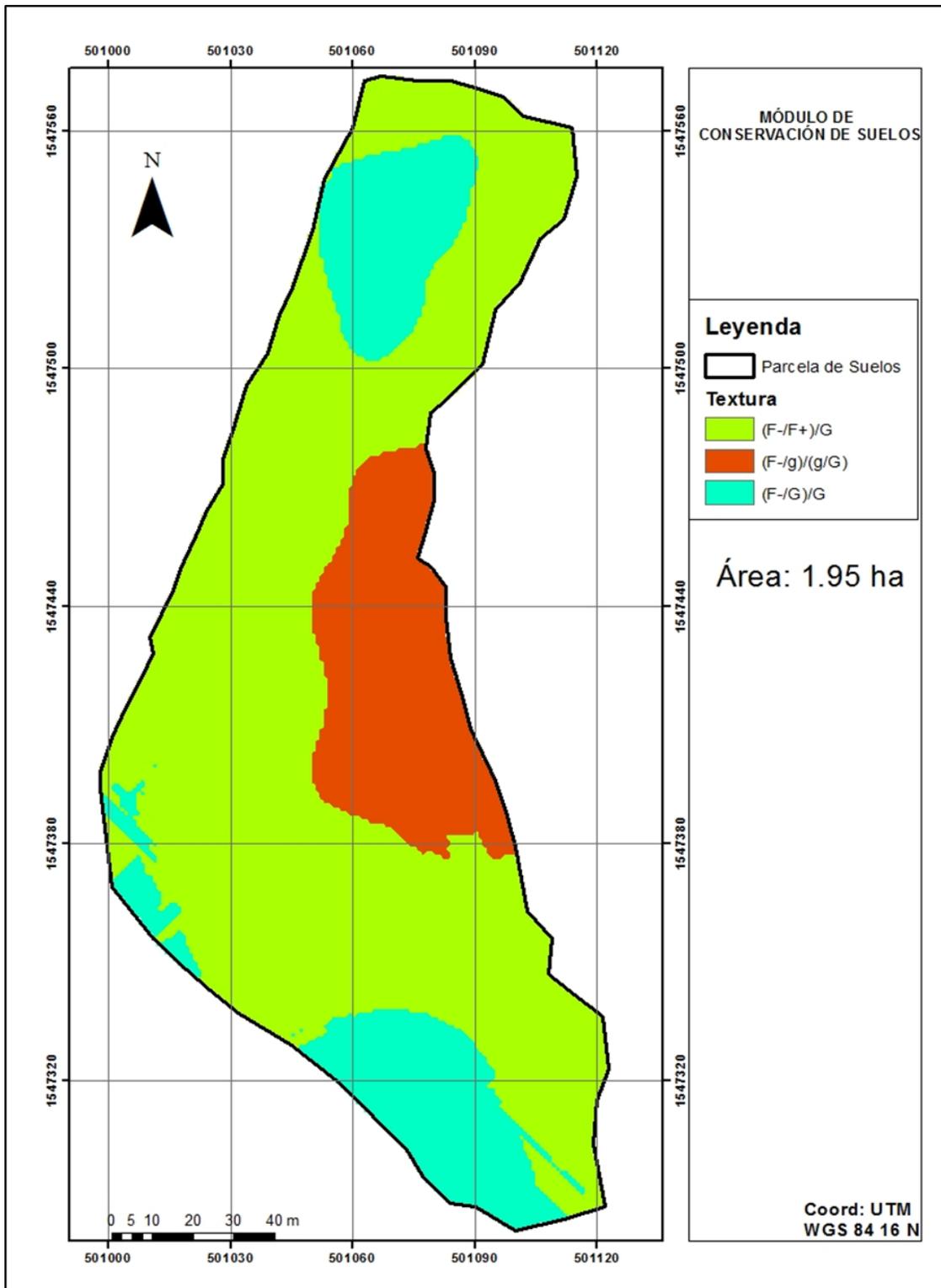


Figura 6. Mapa de clases texturales de los suelos de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015. (F-: textura fina <35% de arcilla; F+: textura fina >35% de arcilla; g: textura arenosa; G: grava o piedras)

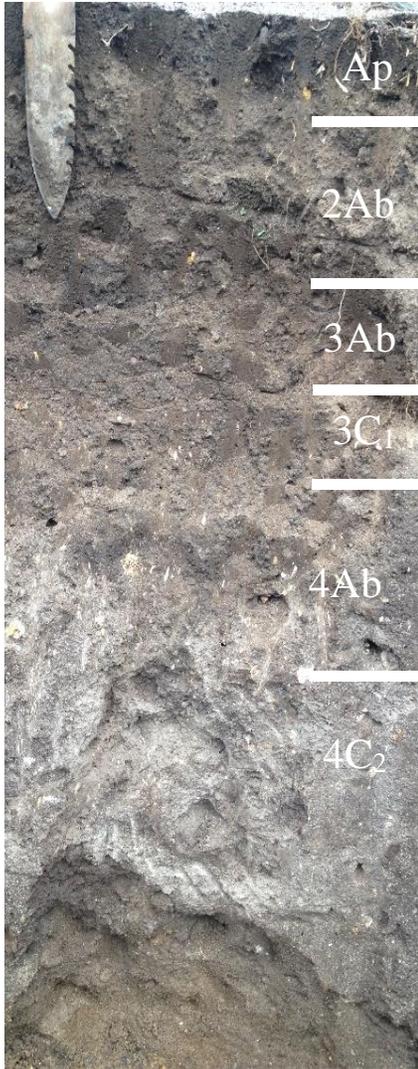


Figura 7. Calicata 1 (Typic Fluvaquents)

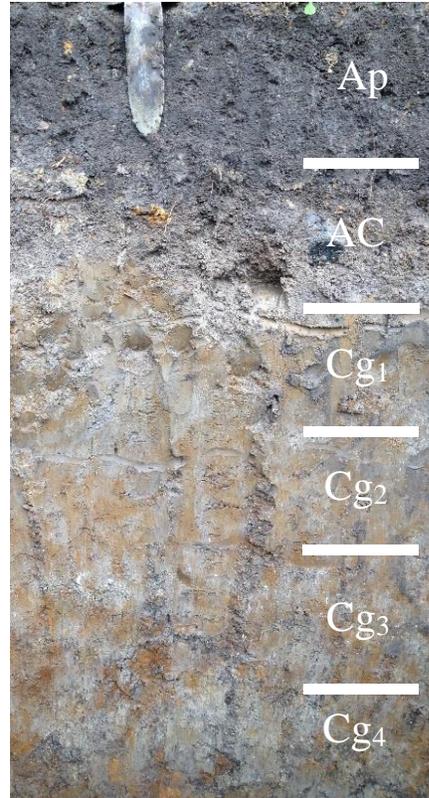


Figura 8. Calicata 4 (Typic Fluvaquents)



Figura 9. Calicata 3 (Typic Ustifluents)

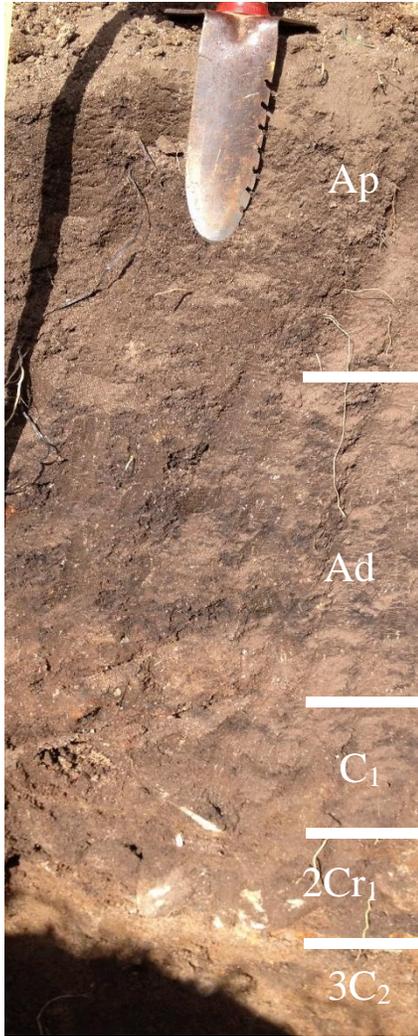


Figura 10. Calicata 5 (Typic Ustifluvents)

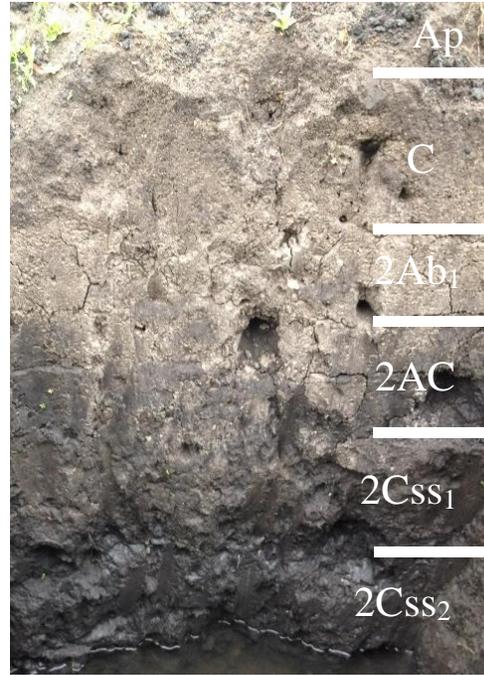


Figura 11. Calicata 2(Vertic Fluvaquents)

Cuadro 8. Descripción de calicatas de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

Cal.	Ho.	Prof. (cm)	Color	Nombre del color	Textura	Estructura			Consistencia		Resistencia a la Penetración (kg/cm ²)	Piedras	
						Tipo	Grado	Clase	Húmedo	Mojado		Tam.	Cant.
1	Ap	0 - 19	10 YR 2/2	Pardo muy oscuro	FA	g	d	g	mf	np y mpg	1.5	no	no
	2Ab	19 - 32	7.5 R 2.5/1	Negro rojizo	FA	ba	d	m y g	f	p y lpg	1.75	no	no
	3Ab	32 - 54	10 YR 2.5/1	Pardo oscuro	FAR-	bsa	m	m y g	f	p y lpg	4	peq	<5
	3C ₁	54 - 82	10 YR 2.5/1	Pardo oscuro	ArA	bsa	d	g	f	mp y lpg	>4.5	no	no
	4Ab	82 - 100	10 YR 4/2	Pardo grisáceo oscuro	AF	bsa	d	m	s	mp y lpg	3.75	no	no
	4C ₂	100 - 120x	2.5 Y 5/4	Pardo oliva ligero	A	g	d	m	s	np y npg	2.55	med	<5
2	Ap	0 - 17	10 YR 2/2	Pardo muy oscuro	FAR-	bsa	d	m	mfi	p	2.2	no	no
	C	17 - 38	10 YR 2/2	Pardo muy oscuro	ArL	bsa	d	m	mfi	pg	1.3	no	no
	2Ab ₁	38 - 48	10 YR 2/1	Negro	FAR+	bsa	d	m	fi	p y lpg	0.9	no	no
	2AC	48 - 65	10 YR 2/1	Negro	Ar	bsa	d	g	fi	p y pg	1.03	no	no
	2C _{ss1}	65 - 78	10 YR 2/1	Negro	ArA	bsa	d	g	fi	p	1.4	no	no
	2C _{ss2}	78 - 100x	2.5 Y 2.5/1	Negro	FAR+	bsa	d	m	f	pg	1.7	no	no
3	Ap	0 - 25	5 YR 3/4	Pardo rojizo oscuro	FArA	bsa	d	m	f	pg	1.08	peq	<5
	2C ₁	25 - 47	7.5 YR 3/3	Pardo oscuro	ArA	bsa	d	m	f	p y lpg	1.33	med	<5
	3C ₂	47 - 72	5 YR 3/3	Pardo rojizo oscuro	FArA	bsa	m	m y g	f	p	1.58	gra	<5
	4Cr	72 x	10 YR 5/4	Pardo Amarillento	FArA	g	f	f	fi	lp y lpg	>4.5	peq	85

Símbolos: Cal: calicata, Ho: horizonte, Prof: profundidad, Textura: A: arenoso, AF: arenoso franco, Ar: arcilloso, ArA: arcillo arenoso, ArL: arcillo limoso, FA: franco arenoso, FAR: franco arcilloso, FArA: franco arcillo arenoso, Estructura: Tipo: ba: bloque angular, bsa: bloque subangular, g: granular, m: migajosa, Grado: d: débil, f: fuerte, m: moderado, Clase: f: fino, m: mediano, g: grande, Consistencia: Húmedo: f: friable, fi: firme, mf: muy friable, mfi: muy firme, s: suelto, Mojado: lp: ligeramente plástico, lpg: ligeramente pegajoso, mp: muy plástico, mpg: muy pegajoso, np: no plástico, npg: no pegajoso, p: plástico, pg: pegajoso, Piedras: med: medianas, gra: grandes, no: sin piedra, peq: pequeñas.

Cuadro 8. Descripción de calicatas de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015. (Continuación)

Cal.	Ho.	Prof. (cm)	Color	Nombre del color	Textura	Estructura			Consistencia		Resistencia a la Penetración (kg/cm ²)	Piedras	
						Tipo	Grado	Clase	Húmedo	Mojado		Tam.	Cant.
4	Ap	0 - 19	10 YR 2/1	Negro	FA	bsa	m	g	mf	lp y pg	1.83	med y gra	<5
	AC	19 - 32	10 YR 5/2	Pardo grisáceo	AF	bsa	d	f	mf	lp y lpg	1.4	no	no
	Cg ₁	32 - 56	10 YR 4/2	Pardo grisáceo oscuro	ArL	bsa	m	mg	fi	mp y npg	0.8	no	no
	Cg ₂	56 - 77	10 YR 3/4	Pardo amarillento oscuro	Ar	bsa	f	g	mfi	mp y npg	2.3	no	no
	Cg ₃	77 - 110	10 YR 3/3	Pardo oscuro	Ar	bsa	f	g	fi	mp y lpg	>4.5	no	no
	Cg ₄	110x	7.5 YR 3/6	Pardo claro	ArA	bsa	f	g	fi	mp y lpg	>4.5	no	no
5	Ap	0 - 21	7.5 YR 2.5/2	Pardo muy oscuro	FArA	g	d	m	f	p y lpg	1.43	no	no
	Ad	21 - 45	10 YR 4/2	Pardo grisáceo oscuro	ArA	bsa	f	g	f	lp y pg	4.25	no	no
	C ₁	45 - 68	10 YR 3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	ArA-	Ba	d	m	fi	p y lpg	4.04	no	no
	2Cr ₁	68 - 80	5 YR 3/3	Pardo rojizo oscuro	ArA-	Ba	d	m	f	lp y pg	>4.5	gra	>90
	3C ₂	80 - 100x	7.5 YR 6/6	Amarillo rojizo	AF	m	d	f	mf	np y lpg	2.7	med	10

Símbolos: Cal: calicata, Ho: horizonte, Prof: profundidad, Textura: A: arenoso, AF: arenoso franco, Ar: arcilloso, ArA: arcillo arenoso, ArL: arcillo limoso, FA: franco arenoso, FAr: franco arcilloso, FArA: franco arcillo arenoso, Estructura: Tipo: ba: bloque angular, bsa: bloque subangular, g: granular, m: migajosa, Grado: d: débil, f: fuerte, m: moderado, Clase: f: fino, m: mediano, g: grande, Consistencia: Húmedo: f: friable, fi: firme, mf: muy friable, mfi: muy firme, s: suelto, Mojado: lp: ligeramente plástico, lpg: ligeramente pegajoso, mp: muy plástico, mpg: muy pegajoso, np: no plástico, npg: no pegajoso, p: plástico, pg: pegajoso, Piedras: med: medianas, gra: grandes, no: no, sin: sin, piedra, peq: pequeñas.

Reacción del suelo. El suelo de la parcela presenta valores de pH fuertemente ácidos (5.17 a 5.67) que representa una ligera limitante para la absorción de los macronutrientes por las plantas, especialmente de fósforo, pero los micronutrientes son más disponibles a los cultivos. En la parcela nueva (lote 15) el pH es ligeramente alcalino (7.26 a 7.79) suelo básico limitando la disponibilidad de fósforo y de micronutrientes. Se recomienda la aplicación de enmiendas para la corrección del pH, como la cal agrícola para los suelos ácidos y fertilizantes sulfatados en los suelos alcalinos.

Materia orgánica. Presenta un contenido medio de materia orgánica de 2 a 4%, es importante incorporar fuentes de materia orgánica para mantener o aumentar el contenido. En general la parcela presenta deficiencia de nitrógeno ya que su contenido está por debajo del rango 0.2 a 0.5%.

Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE). La CICE se encuentra en un rango medio (15 a 24 Cmol/kg⁻¹) que corresponde a texturas medias y finas.

Macronutrientes y sodio. El contenido de fósforo está en el rango adecuado de 13 a 30 mg/kg, aunque en la parcela nueva su contenido es deficiente. El contenido de potasio se encuentra a cantidades mayores a lo requerido (SK >5%). El contenido de calcio está en el rango adecuado (SCa 35 – 75%) y el magnesio presenta contenidos deficientes por debajo del rango adecuado (SMg <15%), el suelo es deficiente en azufre (4 mg/kg). El sodio no representa una limitante en la parcela ya que su contenido de PSI es menor al 15% (Cuadro 9).

Micronutrientes. Toda la parcela posee contenido alto de hierro >112 mg/kg, para la parcela nueva el manganeso y zinc presentan contenidos altos del rango óptimo 28 – 112 mg/kg y 1.7 – 3.4 mg/kg respectivamente, el cobre está en el rango óptimo 1.7 – 3.4 mg/kg y deficiente en boro <0.5 mg/kg, aunque en la parcela de suelos el contenido de manganeso está en el óptimo, el zinc es deficiente al igual que el cobre.

Cuadro 9. Cantidad de macronutrientes de la Parcela de Conservación, EAP Zamorano.

Año	Muestra	%					
		P [∞]	SB	SK	SCa	SMg	PSI
2013	Lote de Café	22	90	3	68	18	1
2013	Lote de Café	19	88	4	67	16	1
2014	Parcela de Suelos	5	84	7	63	13	2
2015	Lote 15	12	100	10	76	13	1
2015	Lote 15	5	100	4	87	9	1
2015	Parcela de Suelos	19	87	6	66	15	1
Rango Medio ^h		13	75	3	35	15	<15
		30	100	5	75	20	

^h Rango medio según Arévalo y Gauggel 2014.

[∞] P: fósforo, SB: saturación de bases, SK: saturación de potasio, SCa: Saturación de calcio, SMg: Saturación de magnesio, PSI: porcentaje de sodio intercambiable.

Clases por aptitud de uso. En la parcela se determinaron que los suelos pertenecen a la Clase IV. Las calicatas 2, 4 y 5 son suelos de Clase IV por presencia de arcillas finas y pesadas a profundidad mayor 30 cm y un drenaje lento. La calicata 3 es de Clase IV por la textura arcillosa fina en los primeros 30 cm de suelo. La calicata 1 es de clase IV por texturas arcillosa fina y una profundidad efectiva limitada a los 54 cm, nivel de arcilla fina, pedregosidad y resistencia a la penetración, limitan el drenaje, aireación, formación de poros y por ende el desarrollo de las raíces. Estos suelos pueden mejorarse la profundidad efectiva, removiendo las capas que limitan el crecimiento radicular e incluir canales de drenajes, aunque los suelos por su textura se mantienen en Clase IV (Cuadro 10).

Cuadro 10. Clase por aptitud de uso del suelo en la Parcela de conservación de suelos, EAP Zamorano.

Clase	Subclase	Descripción
IV	IVt,d	Suelos limitados por la presencia de texturas franco arcilloso y arcilloso a los 30 cm con drenaje lento. Con pedregosidad menor al 5% a los 60 cm del suelo y profundidad efectiva hasta los 100 cm.
	IVt, pe	Suelos limitados por la presencia de texturas franco arcilloso y arcilloso a los 30 cm, con una profundidad efectiva de 54 cm. Con un drenaje moderadamente rápido y pedregosidad <5%.
	IVt	Suelos limitados por la textura arcillosa a los 30 cm de suelo. Presenta drenaje moderadamente rápido, con profundidad efectiva hasta 72 cm y pedregosidad del 85%.

t: textura, d: drenaje, pe: profundidad efectiva.

Identificación de prácticas de conservación de suelos de la Parcela de Conservación de Suelos de Zamorano

Pendiente de la parcela. Las pendientes son variables en toda la superficie de la parcela, el 49% del área está constituida por pendientes de 0 – 7% (plana a ligeramente plana) y en un 48% con pendientes de 7 – 12% (moderadamente inclinada a inclinada) (Figura 12). Las obras de conservación de suelos, se establecen de acuerdo a la pendiente que se tiene en la parcela (Raudes y Sagastume 2011).

Trazado de la línea madre. El trazado de la línea madre está ubicada en la ladera con una inclinación cercana al promedio de la pendiente calculada. En la parcela de suelos, la pendiente promedio es el de 7 al 12 %. Esta línea sirvió como punto de partida para el trazo de curva a nivel. Para medir y respetar la distancia entre curvas a nivel hay que marcar una línea madre que va guiando desde un punto alto hasta un punto más bajo, para eso, una persona se ubica en el punto más alto, otra en el punto más bajo y la tercera, va marcando y colocando estacas en intervalos uniformes los puntos donde se realizarán los trabajos o las obras de conservación de suelos (PASOLAC 2000).

Trazado de curva a nivel. El trazado en curva a nivel consiste en trazar una línea que pasen por puntos que estén al mismo nivel y orientar las hileras del cultivo en ésta línea. La curva a nivel es una línea de puntos que están en la misma elevación. En la PCSZ se usa el nivel A para el trazado en curva a nivel. Después de definir la pendiente, se define el distanciamiento entre obras de conservación a establecer.

Con una pata del nivel A pegada a la estaca de la línea madre, se ubicó la plomada a nivel moviendo la otra pata para abajo o para arriba. Una vez colocado en el lugar preciso donde el nivel A está a nivel se colocó la siguiente estaca. Se siguió el mismo procedimiento, se buscó el nivel correcto y se colocó la siguiente estaca hasta completar la curva. Luego se regresó a la estaca de la línea madre y se prosigue colocando las estacas hasta completar la curva en toda la extensión de la parcela. Las curvas irregulares, se suavizó y se alineó para que la curva presente una buena línea, sin que presente puntos más bajos o altos.

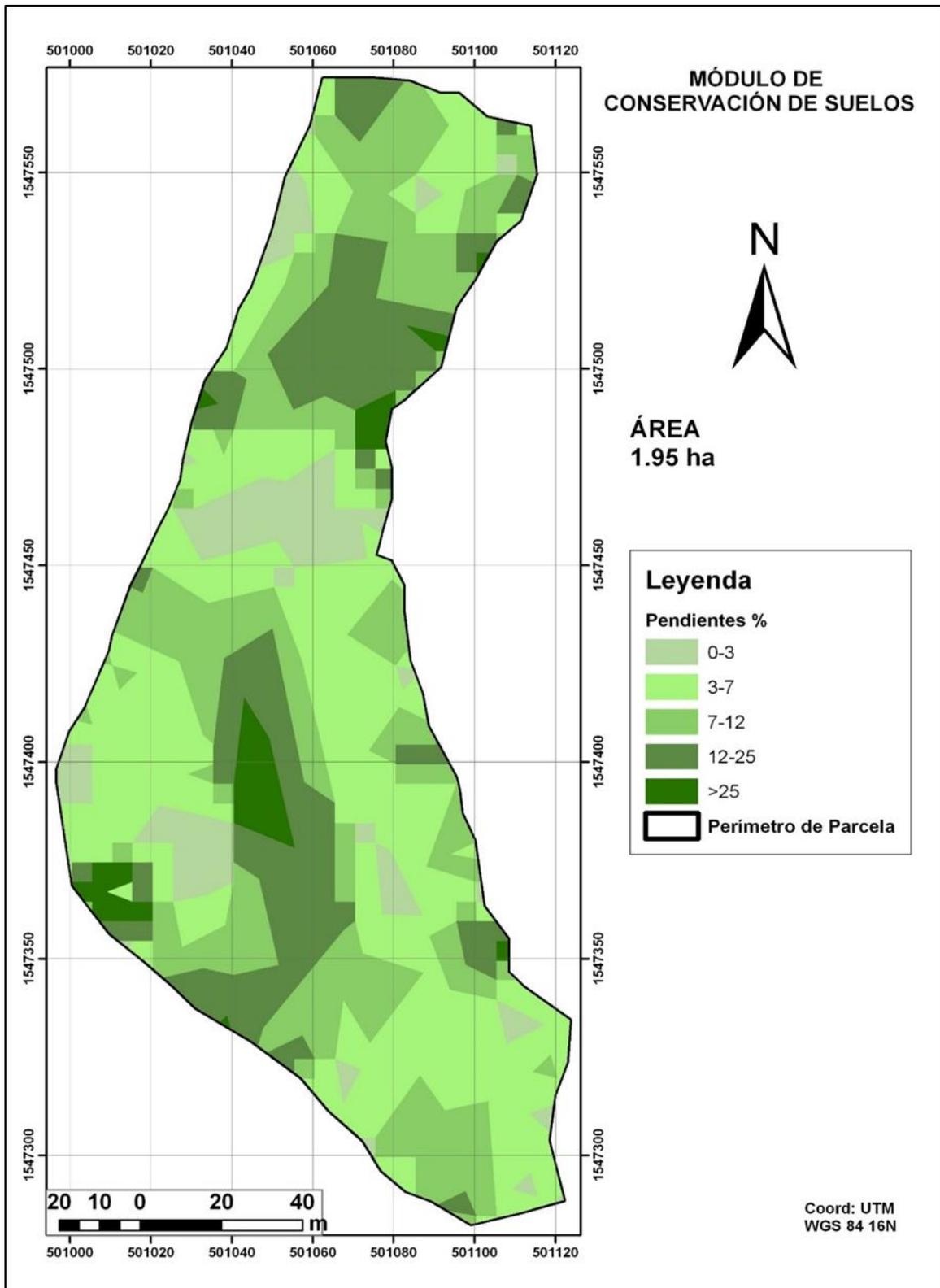


Figura 12. Mapa de pendiente de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

Obras de conservación de suelos

Barreras vivas y muertas. La parcela cuenta con prácticas que favorecen la conservación, la distancia entre barreras vivas es de diez metros, lo cual acorta la pendiente y reduce la escorrentía. Los cultivos establecidos para barreras son la valeriana (*Chrysopogon zizanioides*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), espada de San Miguel (*Iris germanica*) y gandul (*Cajanus cajan*), como barreras para reducir la erosión hídrica. Como barrera para erosión eólica, se utiliza el nacedero (*Trichanthera gigantea*). Se construyó una barrera de piedra para fortalecer las barreras vivas ya establecidas.

Valeriana (*Chrysopogon zizanioides*). Se adapta bien a las condiciones de pendiente de la parcela, presenta un buen desarrollo foliar, cogollos y raíces cuya profundidad supera los 60 cm, sembrada a una hilera. Está establecida a una distancia de diez metros entre barreras, no está combinada con ninguna otra obra de conservación. La poda se realiza para mantener la barrera a una altura de 1.10 m, realizado semanalmente. La plantación de valeriana en curva a nivel, favoreció la formación paulatina de terrazas en la parcela (Figura 13).



Figura 13. Barrera viva de valeriana (*Chrysopogon zizanioides*). A). Valeriana sin poda. B). Valeriana con poda a 1.10 m.

Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Se tiene una cama de cultivo de caña de azúcar sembrada a doble hilera, presenta un buen desarrollo foliar y radicular. Cumple la función de acortar la pendiente, distanciada a 10 m de otra barrera viva, lo cual reduce la erosión hídrica. Altura de la planta de tres metros, lo cual ayuda a la protección de la erosión eólica. El corte de mantenimiento se realiza cada año y los rastrojos se depositan en la compostera de la parcela, descomponer la materia orgánica y reciclar nutrientes (Figura 14).



A



B

Figura 14. Barrera viva de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). **A**). Hilera caña de azúcar sin corte. **B**). Hilera de caña de azúcar después del corte.

Espada de San Miguel (*Iris germanica*). Un cultivo establecido en combinación con la barrera de piedra, a una hilera, presenta un poco desarrollo radicular, con una altura menor a 50 cm. Como barrera no está bien establecida en la parcela, solo está en secciones, que no favorece la protección del suelo (Figura 15).



A



B

Figura 15. Barrera viva de espada de San Miguel (*Iris germanica*). **A**). Barrera viva de espada de San Miguel con poco desarrollo. **B**). Espada de San Miguel combinado con barrera de piedra.

Gandul (*Cajanus cajan*). La barrera de gandul es utilizada en un solo lote de la parcela. Aunque presenta un buen desarrollo, presenta problema de erosión ya que las raíces están desnudas, por lo cual no se recomienda como barrera en pendientes inclinadas (Figura 16).



Figura 16. Barrera viva de gandul (*Cajanus cajan*). A). Barrera de gandul. B). Barrera de gandul combinado con barrera de piedra, se puede observar las raíces expuestas por la erosión.

Nacedero (*Trichanthera gigantea*). Para contrarrestar la erosión eólica, una sección del perímetro de la parcela cuenta con plantas establecidas de nacedero, con un buen desarrollo de área foliar, copa redondeada, con rebrotes en todo el tallo, con una altura superior a los cuatro metros. La poda de mantenimiento es realizada aproximadamente cada dos años.

Barrera de piedra. Se construyó una barrera de piedra a una distancia de 30 m, con un ancho de 50 cm y una altura de 1.10 m. Se utilizaron piedras recogidas en la parcela y piedras del Río Yeguaré. Para darle mayor soporte se mezcló con cemento y formar la estructura. La obra siguió la curva a nivel trazada. Se combinó con barreras vivas como la espada de San Miguel y gandul, en el talud superior con el fin de alargar la vida útil y mejorar la infiltración de agua (Figura 17).



Figura 17. Barrera muerta de piedra. A). Barrera de piedra en proceso de construcción. B). Barrera de piedra construida en combinación con barrera de espada de San Miguel.

Práctica de conservación de suelos

Diseño de camas y cobertura. Después del trazado de la curva a nivel, se preparan las camas para los cultivos, los cuales se preparan con piocha, azadón y rastrillos, con el fin de lograr mullir el suelo y mejorar la estructura para el desarrollo de los cultivos. La altura de cama es de 40 cm, con un ancho de 50 cm con camas separadas a 1.5 m. La longitud de las camas varía de acuerdo al lote y la curva trazada (Figura 18).

La cobertura de suelo, se utiliza el plástico Mulch de color plateado para proteger el suelo del factor de erosión causado por la energía de la gota de lluvia. Además como medida de prevención para plagas en los cultivos. En el caso del cultivo del café, no se realiza camas, si no que en línea de siembra sin cobertura, lo cual deja el suelo desprotegido y susceptible a la erosión. Los surcos entre camas se emplean como acequias a nivel para mejorar la infiltración de agua, con una ligera inclinación hacia los canales de drenaje para evitar el encharcamiento en época de lluvia.

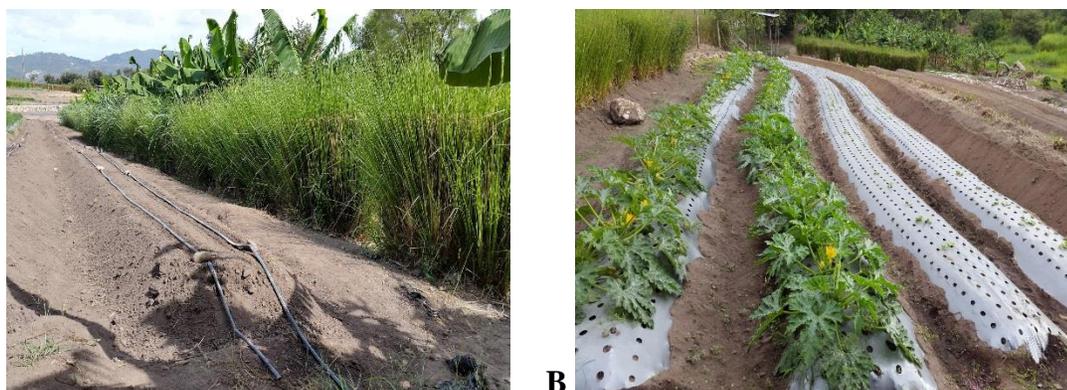


Figura 18. Camas para la siembra de los cultivos en la parcela. **A).** Camas altas con cintas de goteo instalado. **B).** Camas con cobertura de plástico.

Habilitación del Lote 15 de la Parcela de Conservación de Suelos de Zamorano

Limpieza del terreno. Se procedió a la recolección de escombros de construcción, de raíces y ramas. Las piedras recolectadas se utilizaron para la construcción de barrera de piedra en la parcela.

Preparación de suelo. Se rompió los horizontes compactados con un subsolador, los pases fueron perpendicular a la pendiente y otra en un ángulo de 45° con el fin de lograr una mejor ruptura y buen drenaje.

Trazado de línea madre y curva a nivel. Se realizó el mismo procedimiento ya mencionado anteriormente.

Obras de conservación de suelos. La parcela tiene una pendiente promedio de 12% por lo cual el distanciamiento entre barreras viva es a 10 m y de barrera de piedra a 20 m.

Camas y cobertura. Las camas se levantaron siguiendo la curva a nivel, a una distancia de 1.5 m, 40 cm de altura y 50 cm de ancho. Se sembró frijol para mantener la superficie del suelo con cobertura.

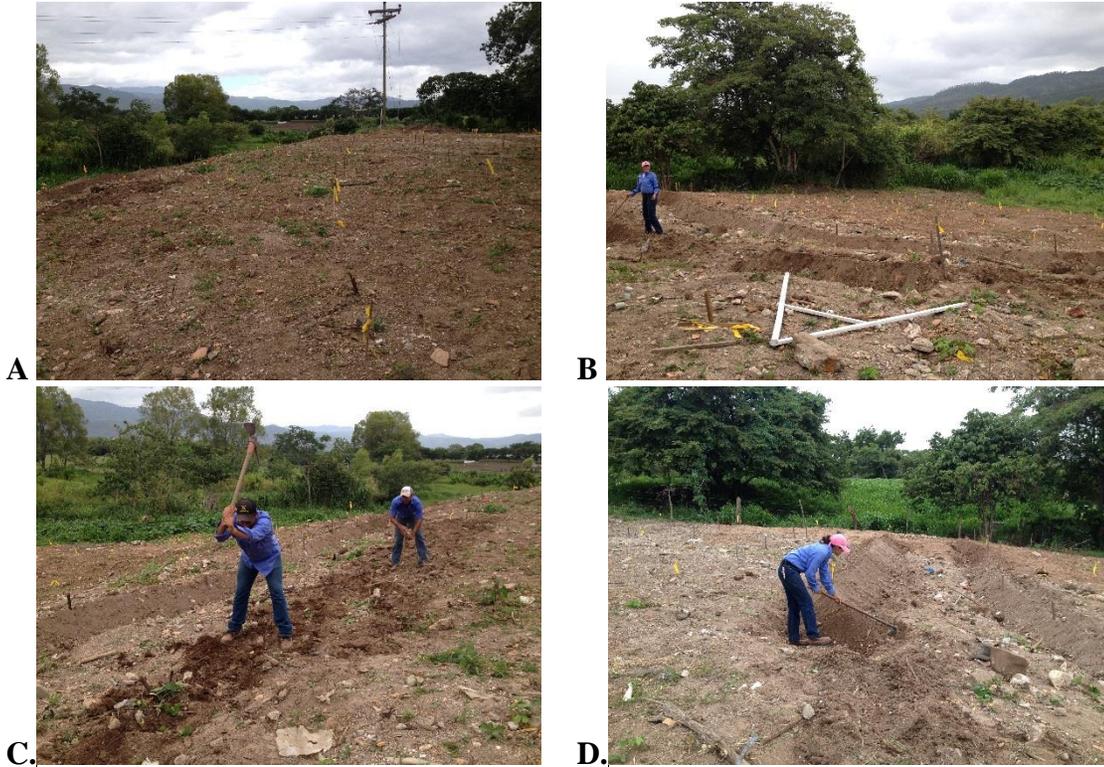


Figura 19. Habilitación del lote 15 de la parcela. **A).** Marcado de la curva a nivel. **B).** Preparación de suelo para siembra de barrera de viva. **C).** Preparación de suelo. **D).** Levantado de cama para cultivo.

Guía de prácticas de conservación de suelo. Cumpliendo con el objetivo se elaboró una guía que consta de 17 páginas contiene los pasos que se deben cumplir para implementar las prácticas de conservación de suelos, además de explicar las prácticas que se tienen en la parcela de conservación de suelos.

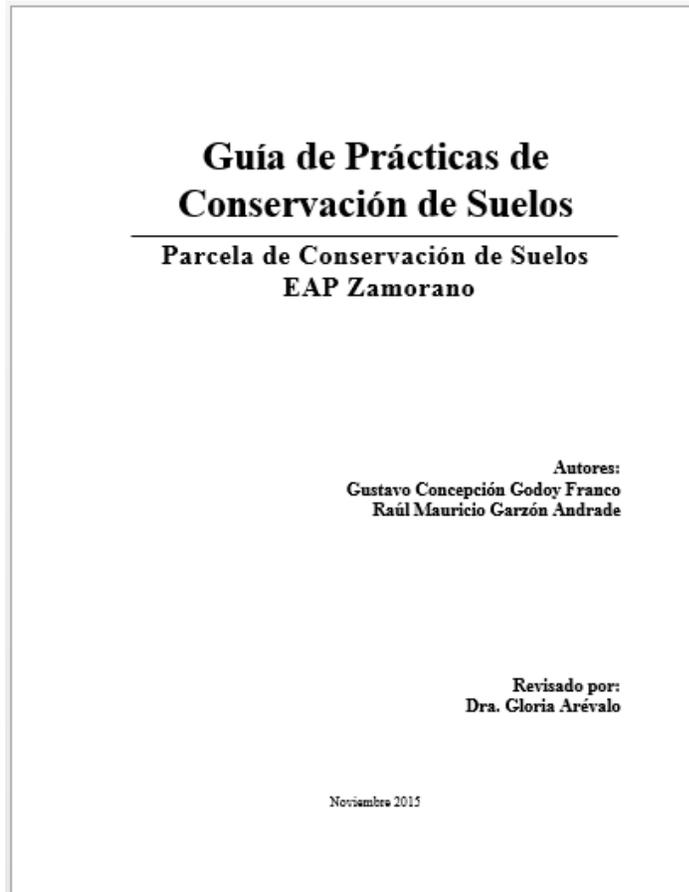


Figura 20. Portada de la Guía de prácticas de conservación de suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

Guía de referencia para el manejo agronómico de cultivos

Guía de referencia para el manejo agronómico de cultivos. Cumpliendo con el objetivo se elaboró una guía que consta de 55 páginas, para los cultivos de habichuela, plátano, zanahoria, zapallo, cebolla y remolacha. Contiene los aspectos más importantes para la producción con revisión de literatura, adaptado a las condiciones de la parcela de conservación de suelos.

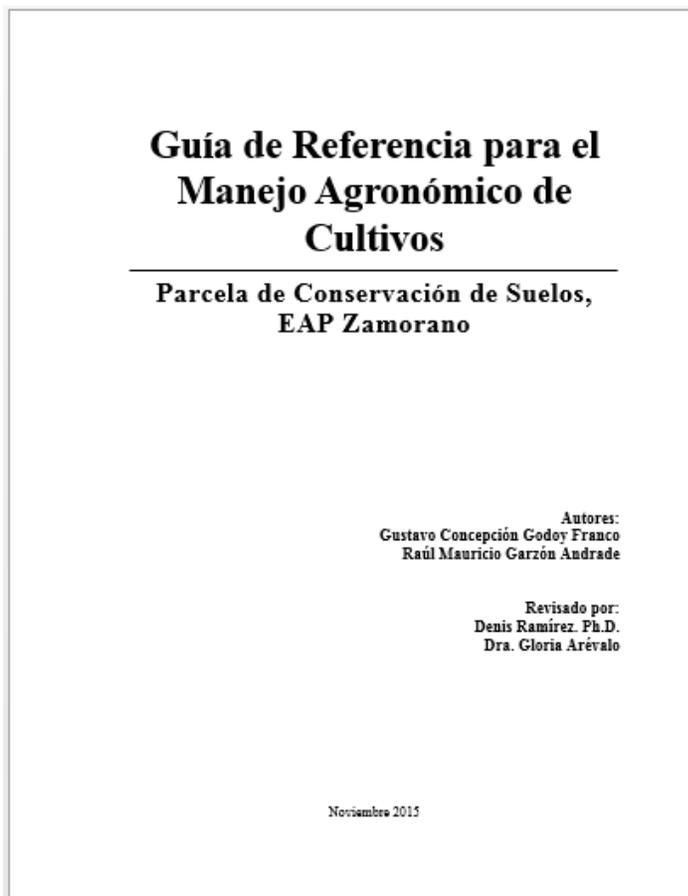


Figura 21. Portada de la Guía de Referencia para el Manejo Agronómico de Cultivos, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, Honduras, 2015.

En la guía de referencia para el manejo agronómico de cada cultivo se consideraron secciones como:

Requerimiento del cultivo. En esta parte se describen las necesidades de clima, como la temperatura, precipitación y altitud, óptimas para la producción. Se describen las características del suelo requeridos por el cultivo para su óptimo desarrollo.

Preparación del terreno. Se especifica las labores requeridas para la buena preparación del suelo, como las herramientas utilizadas, la buena elaboración de camas y el uso de cobertura plástica si lo requiere.

Varietades. Se consideraron las variedades comerciales utilizadas en la parcela. Además se recomiendan otras variedades que se adaptan a la parcela y la preferencia del mercado.

Siembra. La actividad de siembra se consideró la selección y el tratamiento de la semilla si lo requiere, la densidad y distanciamiento de siembra, la profundidad, de acuerdo a las condiciones que se tienen en la parcela y considerando las recomendaciones de literatura.

Riego. Se evaluó la operación del sistema de riego de la parcela de conservación de suelo para lo cual se consideraron las siguientes partes:

- **Aforo o toma de datos.** Para cada lote se aforaron tres goteros en la parte inicial, en la parte media y en la parte final de cada cama obteniendo un total de nueve datos de caudal por cada cama.
- **Necesidades hídricas y el volumen de agua proveído a los cultivos.**

Cuadro 11. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de la zanahoria.

Fecha de Siembra	Lote	Requerimiento (m ³)	Descarga por ciclo (m ³)	Excedente por ciclo (m ³)	Excedente por año (m ³)
28/10/2014	2	56	163	107	
03/3/2015	12	53	129	76	341
10/7/2015	7	89	247	158	

Cuadro 12. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de la remolacha.

Fecha de Siembra	Lote	Requerimiento (m ³)	Descarga por ciclo (m ³)	Excedente por ciclo (m ³)	Excedente por año (m ³)
24/11/2014	3	55	182	127	
03/03/2015	1	36	63	28	293
12/05/2015	3	62	182	120	
26/08/2015	1	20	37	18	

Cuadro 13. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo del zapallo.

Fecha de Siembra	Lote	Requerimiento (m ³)	Descarga por ciclo (m ³)	Excedente por ciclo (m ³)	Excedente por año (m ³)
09/09/2014	2	62	222	160	
11/02/2015	5	43	125	82	449
29/06/2015	3	92	299	207	

Cuadro 14. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de habichuela.

Fecha de Siembra	Lote	Requerimiento (m ³)	Descarga por ciclo (m ³)	Excedente por ciclo (m ³)	Excedente por año (m ³)
09/09/2014	1	34	76	42	
20/01/2015	6	28	91	63	123
06/05/2015	1	29	45	17	

Cuadro 15. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo de la cebolla.

Fecha de Siembra	Lote	Requerimiento (m ³)	Descarga por ciclo (m ³)	Excedente por ciclo (m ³)	Excedente por año (m ³)
11/11/2014	3	61	191	131	
12/03/2015	3	80	191	112	370
22/06/2015	2	55	142	88	
09/08/2015	10	28	68	40	

Cuadro 16. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo del plátano.

Fecha de Siembra	Lote	Requerimiento (m ³)	Descarga por ciclo (m ³)	Excedente total (m ³)
22/10/2014	11	243	466	224

Cuadro 17. Necesidades hídricas y estimación del volumen de agua suministrado al cultivo del café.

Fecha Siembra	de Lote	Requerimiento (m ³)	Descarga por ciclo (m ³)	Excedente total (m ³)
22/01/2014	13	705	1874	1169

- **Coefficiente de uniformidad.** Se clasificó el coeficiente de uniformidad por cada lote de producción (Cuadro 18). Los CU se clasificaron según rangos establecidos por Instituto de Investigaciones Agropecuarias y el Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile, los cuales se dividen en Excelente (>90%), Buena (80 – 90%), Aceptable (70 – 80%) e Inaceptable (<70%).

Cuadro 18. Coeficiente de uniformidad y clasificación por cada lote de producción.

Lote	CU (%)	Funcionamiento
1	74	Aceptable
1	94	Excelente
2	52	Inaceptable
3	69	Inaceptable
5	60	Inaceptable
6	93	Excelente
7	71	Aceptable
10	91	Excelente
11	73	Aceptable
13	78	Aceptable

Los lotes 2, 3 y 5 obtuvieron CU Inaceptables debido a obstrucciones físicas en los emisores. Se puede atribuir esta causa a la ausencia de un sistema de filtrado lo que permite el paso de partículas a través de sistema de riego las cuales obstruyen la descarga de los emisores afectados.

Fertilización. Se establecieron las necesidades nutricionales de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en kilogramos para producir una tonelada para cada cultivo, además se realizó la recomendación de fertilizante comerciales en kg/ha/ciclo de cultivo, con factores de ajuste según la cantidad disponible en el suelo de cada.

Control de plagas y enfermedades. Se describió las principales plagas y enfermedades para cada uno de los cultivos, considerando las recomendaciones de prevención y medidas de control ya sea químico o un control biológico.

Control de malezas. Se explica las labores de control mecánico y manual, realizadas en la parcela para el control de malezas, además se dan recomendaciones de control químico si lo requiere.

Prácticas culturales. Algunos cultivos requieren de labores específicos para lograr un mejor desarrollo, prevención de plagas y enfermedades y otras consideraciones.

Cosecha. En esta sección se explica las prácticas realizadas antes y durante de la cosecha. Los cuidados que requieren, la recolección y características de calidad requeridas para cada cultivo. Además el tiempo a cosecha.

4. CONCLUSIONES

- Los suelos de la parcela de conservación de suelos son Entisoles, bien drenados, en la ladera (pendiente 7 – 15%) y drenaje lento en la parte baja (pendiente <3%), dominan las texturas finas (franco arcillo arenoso, arcillo arenoso) en los primeros 30 cm de suelo y texturas muy finas por debajo de los 30 cm (arcillosos y franco arcillosos).
- Drenaje y profundidad efectiva limitados, hacen de estos suelos Clase IV por aptitud de uso. El 20% de los suelos presenta pedregosidad a 60 cm de profundidad. pH contrastantes de fuertemente ácido los lotes del 1 al 14 (parcela vieja) y ligeramente alcalino el lote 15 (parcela nueva). De fertilidad moderada a baja y micronutrientes en contenidos variables. Con buenas prácticas de manejo se pueden adaptarse diferentes cultivos.
- En la parcela predominan las pendientes ligeramente planas (3 – 7%) y las pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%). Las prácticas de conservación se adecuan a las recomendaciones según las pendientes encontradas. La guía de prácticas de conservación de suelos consolidó los pasos a seguir para la implementación de prácticas para la conservación de los suelos.
- La guía de referencia para el manejo agronómico de cultivos consolidó toda la información para la producción de los siete cultivos en la Parcela de Conservación de Suelos de Zamorano.

5. RECOMENDACIONES

- Hacer el mantenimiento de drenajes en la parte baja de la parcela y mejorar la profundidad efectiva, aunque la aptitud de suelo se mantiene en Clase IV por la textura.
- Aplicación de cal agrícola en los lotes del 1 – 14 para mejorar el pH ácido y en el lote 15 aplicar fertilizantes sulfatados para reducir la alcalinidad.
- Aumentar la cantidad de la materia orgánica, para mejorar la estructura del suelo, infiltración y retención del agua, la disponibilidad de nutrientes y reducir la escorrentía.
- Seguir las indicaciones proveídas por el manual para los cultivos.
- Diseñar e instalar un sistema de riego para la parcela de conservación de suelos

6. LITERATURA CITADA

Allen, R., L. Pereira, D. Raes y M. Smith 1998. Evapotranspiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Estudio FAO riego y drenaje 56. Roma, Italia. 298 p.

Arévalo G. y C. Gauggel 2015. Manual de prácticas de laboratorio, curso de manejo de suelos y nutrición vegetal. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. LITOCOM. 93 p.

Arévalo G. y C. Gauggel 2014. Manual de prácticas de laboratorio, curso de manejo de suelos y nutrición vegetal. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. LITOCOM. 93 p.

Arévalo G. y C. Gauggel 2011. Setenta años de contribuciones de la Escuela Agrícola Panamericana a la protección de los suelos. Revista Ceiba. 52(1):174-192.

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

Briceño, M., F. Álvarez y U. Barahona 2012. Manual técnico de riego con énfasis en riego por goteo. Programa Manejo Integrado de Plagas en América Central. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. 122 p.

Bronzoni, G., A. Coghi, D. Cubero, J. Dandois, P. Dercksen, O. Gómez, R. Ibarra, W. Mayorga, B. Sonneveld, M. Ugalde, A. Vásquez, F. Villalobos y A. Zumbado 1994. Manual de conservación de suelos y aguas. 2 ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 278 p.

Cubero, D. 2001. Clave de bolsillo para determinar la capacidad de uso de las tierras. Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS). 19 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2009. Guía para la descripción de suelos. 4 ed. Roma, Italia. FAO. 99 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2003. Los aspectos económicos de la agricultura de conservación, Roma, Italia. 67p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Roma, Italia, FAO. 8:207 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1996. Ecología y enseñanza rural nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. FAO. Roma, Italia. 187 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1996. Cumbre mundial sobre la alimentación. Producción de alimentos e impacto ambiental, (en línea). Consultado el 11 de octubre del 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s11.htm>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) s.f. Evaluación de la situación de la biodiversidad pecuaria de Honduras, (en línea). Consultado el 11 de junio del 2015. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1250f/annexes/CountryReports/Honduras.pdf>

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2011. Guía sobre prácticas de conservación de suelos. 2da Edición, La Lima, Honduras, Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA. 22 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) 1983. Relación Agua Suelo Planta, requerimientos de agua de las plantas en relación con el clima y el suelo para una producción óptima. Santo Domingo, República Dominicana. 50 p.

Jaramillo, D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 589 p.

Klingebiel, A. A. y P. H. Montgomery 1961. Land capability classification. USDA Agricultural Handbook 210. Washington DC, USA. US Government Printing Office. 21 p.

LUPE (Secretaría de Recursos Naturales, Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra) 1994. Manual práctico de manejo de suelo en ladera. Tegucigalpa, Honduras. LUPE. 10 p.

Miller, C. L. y R. A. Laflamme 1958. The digital terrain model - theory & application. Photogrammetric Engineering. 24: 433-442

Narro Farías, E. 1994. Física de suelos, con enfoque agrícola. México D.F., México. Editorial Trillas. 195 p.

PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central) 2000. Guía técnica de conservación de suelos y agua. San Salvador, El Salvador, New Graphic. 222 p.

Porta, J., M. López y C. Roquero 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3 ed. Madrid, España. Ediciones Mundi Prensa. 960 p.

Raudes, M. y N. Sagastume 2011. Módulo 3, manual de conservación de suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 p.

SECPLAN (Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto) 1989. Perfil Ambiental de Honduras. 346 p.

Scott, H. D. 2000. Soil physics agricultural and environmental applications. Ames, Iowa, USA. Iowa State University Press. 421 p.

Soil Survey Staff 2010. Keys to soil taxonomy. 11° ed. Natural Resources Conservation Service y United States Department of Agriculture (USDA). 338 p.

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) 1994. Guía técnica para la elaboración de manuales de procedimientos. México. Sistemas e Impresos ELERAC. 74p.

Walle, R. 2003. Módulo de conservación de suelos y laderas. Tegucigalpa, Honduras, Editorial Guaymuras. 38 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de calicata 1 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Perfil N°: Calicata 1

Ubicación: Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano

Descrita por: Gustavo Godoy

Cultivo: Zanahoria

Drenaje natural: Moderadamente rápido

Clase por aptitud: II_t

Clasificación Taxonómica: Typic Fluvaquents media/fina/grueso

Horizonte	Profundidad (cm)	Caracterización
Ap	0 - 19	10 YR 2/2. Pardo muy oscuro; Franco arenoso; sin piedras; estructura granular, débil, grueso; consistencia en húmedo muy friable, muy pegajoso en mojado; poros tubulares, finos y muy finos, muchos; raíces finos, frecuentes; límite ondulado, gradual. R.P. 1.5 kg/cm ²
2Ab	19 - 32	7.5 R 2.5/1. Negro rojizo. Franco arenoso; sin piedras; estructura bloque angular, débil, medio y grueso; consistencia en húmedo friable, plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros tubular, muy finos, frecuentes; raíces finos, pocos; límite ondulado, abrupto. R.P. 1.75 kg/cm ²
3Ab	32 - 54	10 YR 2.5/1. Pardo oscuro. Franco arcilloso; piedras pequeñas, <5%; estructura bloque subangular, moderado, medio y grueso; consistencia en húmedo friable, plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros tubular, finos, frecuentes; raíces muy finos, pocos; límite ondulado, gradual. R.P. 4 kg/cm ²
3C ₁	54 - 82	10 YR 2.5/1. Pardo oscuro. Arcillo arenoso; sin piedras; estructura bloque subangular, débil, grueso; consistencia en húmedo friable, muy plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros tubular, finos y muy finos, muchos; sin raíces; límite plano, abrupto. R.P. >4.5 kg/cm ²
4Ab	82 - 100	10 YR 4/2. Pardo grisáceo oscuro. Arenoso franco; sin piedras; bloque subangular, débil, medio; consistencia en húmedo suelto, plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros tubular, muy finos, muchos; sin raíces; límite plano, abrupto. R.P. 3.75 kg/cm ²
4C ₂	100 - 120x	2.5 Y 5/4. Pardo oliva ligero. Arenoso; piedras medianas, <5%; estructura granular, débil, medio; consistencia en húmedo suelto, no plástico y no pegajoso en mojado; poros tubular y vesicular, muy finos, frecuentes; sin raíces; límite plano, abrupto. R.P. 2.55 kg/cm ²

Anexo 2. Descripción de calicata 2 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Perfil N°: Calicata 2

Ubicación: Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano

Descrita por: Elwain Fiallos

Cultivo: Plátano y malanga

Drenaje natural: Lento

Clase por aptitud: II_t

Clasificación Taxonómica: Vertic Fluvaquents muy fina

Horizonte	Profundidad (cm)	Caracterización
Ap	0 - 17	10 YR 2/2. Pardo muy oscuro; Franco arcilloso; sin piedras; estructura bloque subangular, débil, medio; consistencia en húmedo muy firme, plástico en mojado; poros muy finos y finos, muchos; raíces muy finos y finos, pocos; límite plano, abrupto. R.P. 2.2 kg/cm ²
C	17 - 38	10 YR 2/2. Pardo muy oscuro; Arcillo limoso; sin piedras; estructura bloque subangular, débil, medio; consistencia en húmedo muy firme, pegajoso en mojado; poros muy finos y finos, frecuentes; raíces muy finos y finos, pocos; límite plano, gradual. R.P. 1.3 kg/cm ²
2Ab ₁	38 - 48	10 YR 2/1. Negro. Franco arcilloso; sin piedras; estructura bloque subangular, débil, medio; consistencia en húmedo firme, plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros muy finos y finos, frecuentes; raíces muy finos y finos, pocos; límite plano, difuso. R.P. 0.9 kg/cm ²
2AC	48 - 65	10 YR 2/1. Negro. Arcilloso; sin piedras; estructura bloque subangular, débil, grueso; consistencia en húmedo firme, plástico y pegajoso en mojado; poros muy finos y finos, frecuentes; raíces finos y medianos, pocos; límite plano, difuso. R.P. 1.03 kg/cm ²
2C _{ss1}	65 - 78	10 YR 2/1. Negro. Arcillo arenoso (-); sin piedras; estructura bloque subangular, débil, grueso; consistencia en húmedo firme, plástico en mojado; poros muy finos, frecuentes; raíces muy finos y finos, pocos; límite plano, abrupto. R.P. 1.4 kg/cm ²
2C _{ss2}	78 - 96x	2.5 Y 2.5/1. Negro. Franco arcilloso; sin piedras; estructura bloque subangular, débil, medio; consistencia en húmedo friable, pegajoso en mojado; poros muy finos, frecuentes; raíces muy finos y finos, frecuentes; límite plano, difuso. R.P. 1.7 kg/cm ²

Anexo 3. Descripción de calicata 3 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Perfil N°: Calicata 3

Ubicación: Módulo de Conservación de Suelos, EAP Zamorano

Descrita por: Gustavo Godoy y Raúl Garzón

Cultivo: Vegetación natural

Drenaje natural: Moderadamente rápido

Clase por aptitud: II

Clasificación Taxonómica: Typic Ustifluvents fino/fragmental

Horizonte	Profundidad (cm)	Caracterización
Ap	0 - 25	5 YR 3/4. Pardo rojizo oscuro. Franco arcillo arenoso; piedras pequeñas, 10%; estructura bloque subangular, débil, medio; consistencia en húmedo friable, pegajoso en mojado; poros vesicular y tubular, todos los tamaños, pocos; raíces todos los grosores, frecuentes; límite ondulado, difuso. R.P. 1.08 kg/cm ²
C	25 - 47	7.5 YR 3/3. Pardo oscuro. Arcillo arenoso; piedras medianas, 10%; estructura bloque subangular, débil, medio; consistencia en húmedo friable, plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros vesicular y tubular, finos y gruesos, pocos; raíces todos los grosores, frecuentes; límite ondulado, difuso. R.P. 1.33 kg/cm ²
Cr ₁	47 - 72	5 YR 3/3. Pardo rojizo oscuro. Franco arcillo arenoso; piedras grandes 5%; estructura bloque subangular, moderado, medio y grueso; consistencia en húmedo friable, plástico en mojado; poros tubular, muy finos, frecuentes; raíces todos los grosores, pocos; límite plano, abrupto. R.P. 1.58 kg/cm ²
Cr ₂	72 - 80x	10 YR 5/4. Pardo amarillento. Franco arcillo arenoso; piedras todos los tamaños >85%; estructura granular, fuerte, fino; consistencia en húmedo firme, ligeramente plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros vesicular, muy finos, frecuentes; raíces todos los grosores, pocos; límite plano, abrupto. R.P. >4.5 kg/cm ²

Anexo 4. Descripción de calicata 4 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Perfil N°: Calicata 4

Ubicación: Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano

Descrita por: Gustavo Godoy y Raúl Garzón

Cultivo: Café y plátano

Drenaje natural: Lento

Clase por aptitud: IVt

Clasificación Taxonómica: Typic Fluvaquents media/muy fina

Horizonte	Profundidad (cm)	Caracterización
Ap	0 - 19	10 YR 2/1. Negro. Franco arenoso; piedras medianas y grandes 5%; estructura bloque subangular, moderado, grueso; consistencia en húmedo muy friable, ligeramente plástico y pegajoso en mojado; poros tubulares y vesiculares finos, muchos; raíces finos, pocos; límite plano, abrupto. R.P. 1.83 kg/cm ²
AC	19 - 32	10 YR 5/2. Pardo grisáceo. Arenoso franco; sin piedras; estructura bloque subangular, débil, finos; consistencia en húmedo muy friable, ligeramente plástico y ligeramente pegajoso en mojado, poros tubulares y vesiculares finos, muchos; raíces medianos, pocos; límite ondulado, abrupto. R.P. 1.4 kg/cm ²
Cg ₁	32 - 56	10 YR 4/2. Pardo grisáceo oscuro. Arcillo limoso; sin piedras; estructura bloque subangular, moderado, muy grueso; consistencia en húmedo firme, muy plástico en mojado; poros tubulares y vesiculares finos, frecuentes; raíces finas, pocas; límite plano, gradual. R.P. 0.8 kg/cm ²
Cg ₂	56 - 77	10 YR 3/4. Pardo amarillento oscuro. Arcilloso; sin piedras; estructura bloque subangular, fuerte, grueso; consistencia en húmedo muy firme, muy plástico en mojado; poros tubulares muy finos, pocos; raíces muy finas, pocos; límite plano, gradual. R.P. 2.3 kg/cm ²
Cg ₃	77 - 110	10 YR 3/3. Pardo oscuro. Arcilloso; sin piedras; estructura bloque subangular, fuerte, grueso; consistencia en húmedo firme, muy plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros tubulares y vesiculares finos, pocos; sin raíces; límite plano, difuso. R.P. >4.5 kg/cm ²
Cg ₄	110x	7.5 YR 6/3. Pardo claro. Arcillo arenoso; sin piedras estructura bloque subangular, fuerte, grueso; consistencia en húmedo firme, muy plástico y ligeramente pegajosos en mojado; poros tubulares y vesiculares gruesos, pocos; sin raíces; límite plano, difuso. R.P. >4.5 kg/cm ²

Anexo 5. Descripción de calicata 5 en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Perfil N°: Calicata 5

Ubicación: Módulo de Conservación de Suelos, Zamorano

Descrita por: Gustavo Godoy

Cultivo: Zapallo

Drenaje natural: Moderado rápido

Clase por aptitud: IVt

Clasificación Taxonómica: Typic Ustifluvents muy fina/fragmental

Horizonte	Profundidad (cm)	Caracterización
Ap	0 - 21	7.5 YR 2.5/2. Pardo muy oscuro. Franco arcillo arenoso; sin piedras; estructura granular, débil, medio; sin piedras; consistencia en húmedo friable, plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros tubulares gruesos, frecuentes; raíces medianos y finos, frecuentes; límite plano, gradual. R.P. 1.43 kg/cm ²
Ad	21 - 45	10 YR 4/2. Pardo grisáceo oscuro. Arcillo arenoso; sin piedras; estructura bloque subangular, fuerte, grueso; consistencia en húmedo friable, ligeramente plástico y pegajoso en mojado; poros tubulares y vesiculares gruesos, pocos; raíces finos, pocos; límite plano, gradual. R.P. 4.25 kg/cm ²
C	45 - 68	10 YR 3/2. Pardo grisáceo muy oscuro. Arcillo arenoso; sin piedras; estructura bloque angular, débil, medio; consistencia en húmedo firme, plástico y ligeramente pegajoso en mojado; poros tubulares finos, pocos; raíces finos, pocos; límite plano, gradual. R.P. 4.04 kg/cm ²
Cr ₁	68 - 80	5 YR 3/3. Pardo rojizo oscuro. Arcillo arenoso; piedras grandes, 90%; estructura bloque angular, débil, medio; consistencia en húmedo friable, ligeramente plástico y pegajoso en mojado; poros tubulares finos, pocos; raíces finas, pocos; límite plano, difuso. R.P. >4.5 kg/cm ²
Cr ₂	80 - 100x	7.5 YR 6/6. Amarillo rojizo. Arenoso franco; piedras medianas 10%; estructura migajosa, débil, fino; consistencia en húmedo muy friable, ligeramente pegajoso en mojado; poros tubulares muy finos, frecuentes; sin raíces; límite plano, abrupto. R.P. 2.7 kg/cm ²

Anexo 6. Guía de Prácticas de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Anexo 7. Guía de Referencia de Manejo Agronómico de Cultivos, EAP Zamorano, 2015.

Guía de Prácticas de Conservación de Suelos

**Parcela de Conservación de Suelos
EAP Zamorano**

**Autores:
Gustavo Concepción Godoy Franco
Raúl Mauricio Garzón Andrade**

**Revisado por:
Dra. Gloria Arévalo**

Noviembre 2015

ÍNDICE

La erosión del suelo.....	54
Conservación de Suelos.....	55
Determinación de pendiente	55
Clasificación de suelos por pendientes de la parcela de conservación de suelos, EAP Zamorano.....	56
Uso de Nivel A	58
Trazo de línea madre	58
Trazos de curvas a nivel	58
Obras de Conservación de Suelos de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.....	59
LITERATURA CITADA.....	67

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Clasificación de los suelos según la pendiente.....	56
2. Clasificación de los suelos según la pendiente.....	56
3. Determinación de las obras de conservación de suelos según la pendiente y distancia de separación entre obras.....	59
4. Biomasa por encima del suelo de la caña de azúcar como barrera viva en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.....	62
Figuras	Página
1. Mapa de pendiente de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.	57
2. Barrera viva utilizando valeriana, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.	60
3. Distribución de raíces de valeriana en el perfil del suelo.....	61
4. Barrera viva utilizando caña de azúcar, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.....	62
5. Distribución de raíces de caña de azúcar en el perfil del suelo.	63
6. Barrera viva utilizando gandul, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.	64
7. Barrera viva utilizando espada de San Miguel, combinado con barrera de piedra. Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.	65
8. Barrera muerta utilizando piedras, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.....	66

La erosión del suelo

La erosión se define como el desprendimiento, arrastre y deposición de las partículas del suelo por acción del agua y el viento. Las actividades agrícolas realizadas por el hombre contribuyen enormemente en el proceso de la erosión del suelo. Los factores que influyen en la erosión del suelo son los naturales, físicos y antrópicos (Walle 2003).

Los factores naturales causados por acción del agua y del viento, conocidos como la erosión hídrica y eólica. La erosión hídrica las partículas del suelo son separados por acción del agua, esto provoca el lavado el arrastre de las partículas finas en grandes cantidades, modificando la textura, la estructura, la pérdida de nutrientes, la contaminación de agua por la sedimentación. La erosión eólica es la remoción del suelo por la acción del viento, provocando el arrastre de las partículas pequeñas y desprendimiento de suelo teniendo consecuencias similares a la erosión hídrica. Es importante que el suelo posea una cubierta vegetal permanente para evitar la pérdida de suelo por las acciones causadas por estos factores (Walle 2003, FAO 2000).

Los factores físicos como la textura y estructura del suelo colaboran en la erosión del suelo. Los suelos que presentan texturas finas como las arcillas y limosos al poseer menor tamaño son más susceptibles a la erosión, ya que son fácilmente arrastradas por el agua o el viento. La estructura es la manera en que las partículas del suelo están unidas para formación de agregados, los suelos arenosos generalmente al no poseer estructura son más fáciles de sufrir erosión.

Los factores antrópicos son causadas por las actividades que realiza el hombre como la agricultura y ganadería que degradan la cubierta vegetal dejando expuesto el suelo para una mayor aceleración de la erosión. Las actividades como el laboreo convencional favorecen la erosión ya que deja expuesta la superficie, además de destruir la estructura superficial (Bronzoni *et al.* 1994).

La pérdida del suelo puede ser calculada con la ecuación universal de pérdida de suelo USLE (Universal Soil Loss Erosion) (Wischmeier y Smith 1978). La ecuación está definida por los seis factores que influyen en la erosión [1].

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad [1]$$

Donde:

A: Pérdida anual de suelo (t/ha/año)

R: Factor de erosividad de la lluvia.

K: Factor de erodabilidad del suelo.

LS: Factor dado por la longitud y porcentaje de pendiente.

C: Factor de cobertura de cultivo.

P: Prácticas de conservación de suelo.

Los factores de R y K son propios de cada lugar, al igual que la topografía determinada por el porcentaje de la pendiente (S) y la longitud (L). Los factores que se pueden controlar en la ecuación son la cobertura de cultivo y prácticas de conservación realizadas en el terreno (Arévalo y Gauggel 2014).

Conservación de Suelos

La conservación de suelos es el conjunto de obras y prácticas para el control de los procesos de degradación para mantener y mejorar las capacidades productivas potenciales de los suelos. Estas actividades deben incluir la prevención y la reducción de la erosión, mantener y mejorar la fertilidad de los suelos, mejoramiento de las propiedades químicas, además deben incluir los drenajes de los suelos (FHIA 2011, FAO 2000).

Determinación de la pendiente

La pendiente es el desnivel que presenta el terreno o el grado de inclinación de la ladera. La pendiente es medida en porcentaje, indicando la diferencia de altura desde el punto más alto al más bajo en 100 m medidos horizontalmente. Según el porcentaje de pendiente dependerá que tipo de obras de conservación se debe de realizar en las laderas (PASOLAC 2000).

Es la primera práctica necesaria para la implementación de obras de conservación de suelos. Con la pendiente se determina las prácticas necesarias a implementar ya que a partir de la pendiente se implementan los trazos de línea madre, curvas a nivel y desnivel, barreras vivas, barreras muertas o acequias en laderas (Raudes y Sagastume 2011).

En áreas pequeñas la pendiente se puede medir utilizando varias herramientas como el aparato nivel A y una cinta métrica. Con la separación de dos metros de los brazos del nivel A, el porcentaje de la pendiente es la diferencia en altura dividida en la mitad, entre dos puntos a lo largo a la dirección de la pendiente. El uso de una cuerda y el nivel de burbuja, se procede a colocar una estaca en un punto alto y deslizar la cuerda hacia pendiente abajo, al ras del suelo y con la cinta métrica se mide 100 cm, en este punto se forma un nudo. Colocar el nivel de burbuja en este punto. Para determinar la pendiente se sube o se baja la cuerda hasta lograr que la burbuja en el nivel quede centrada. Con una cinta métrica se mide la altura del suelo hasta el punto del nudo en donde está nivelado, la diferencia de altura entre estos puntos es la pendiente del terreno, o aplicando la fórmula $\text{altura (cm)} \div \text{largo de la cuerda (cm)}$ es el porcentaje de pendiente (Raudes y Sagastume 2011).

En áreas grandes se puede utilizar los programas de Sistema de Información Geográfica como el ArcGis® y gvSig®, utilizando los DEM (Modelo Digital de Elevación) que es la representación estadística del terreno, en forma de números digitales, por medio de un conjunto de puntos con coordenadas x, y, z respecto a un sistema de georreferenciación conocido (Miller y Laflamme 1958).

Cuadro 19. Clasificación de los suelos según la pendiente.

Rango de Pendiente (%)	Clasificación de la pendiente
0 – 3	Planas o casi planas
3 – 7	Ligeramente plana
7 – 12	Moderadamente inclinada
12 – 25	Inclinadas
25 – 50	Fuertemente inclinada
50 – 75	Escarpada
>75	Fuertemente escarpada

Fuente: Bronzoni *et al.* 1994. Adaptado por los autores.

Clasificación de suelos por pendientes de la parcela de conservación de suelos, EAP Zamorano

La parcela cuenta con pendientes variables en toda la superficie, en su mayor parte está constituida por pendientes de 0 – 7% (ligeramente plana) y con pendientes moderadamente inclinadas de 7 – 12%.

La implementación de barreras vivas combinadas con barreras muertas y acequias es conveniente para dar un mejor uso del suelo, evitar la erosión por escorrentía, cortando la ladera en pendientes más cortas. El uso de barreras muertas se recomienda en las pendientes moderadamente inclinadas e inclinadas, con un distanciamiento entre 6 a 10 m combinada con valeriana o espada de San Miguel, para mejorar la infiltración y lograr una mayor vida útil de la obra de conservación.

Cuadro 20. Clasificación de los suelos según la pendiente.

Rango de Pendientes (%)	Área m ²	Porcentaje de parcela (%)
0 – 3	1,851	10
3 – 7	7,668	39
7 – 12	5,616	29
12 – 25	3,655	19
> 25	659	3
Total	19,449	100

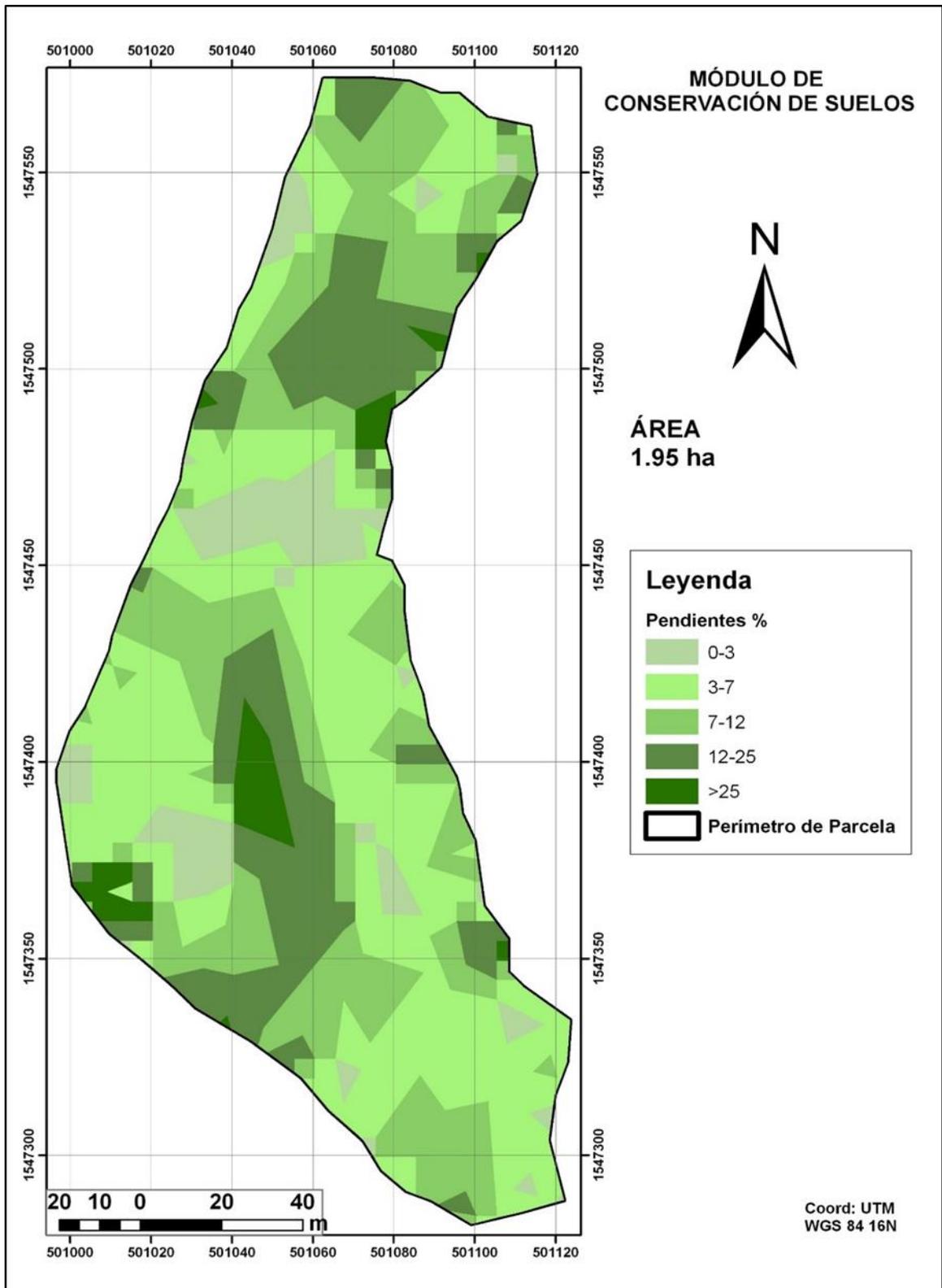


Figura 22. Mapa de pendiente de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Uso de Nivel A

El nivel A o agronivel es una herramienta de uso agrícola que posee una forma de A mayúscula que tiene aplicación en suelos ubicados en laderas o que presenten un porcentaje de pendiente para facilitar el buen manejo de estos suelos. Con la ayuda de un nivel A se puede realizar siembras orientadas, conservación de suelos o realizar trazos de curvas a nivel o con desnivel (Arledge *et al.* 1985).

Es de fácil construcción ya que los materiales utilizados para la fabricación generalmente están disponibles en la finca. Básicamente se necesitan dos varas rectas de dos metros, una vara recta de 1½ metros, una cuerda o cabuya y una piedra o plomada (FHIA 2011).

Trazo de línea madre

La línea madre consiste en una línea ubicada en la ladera con una inclinación cercana al promedio de la pendiente calculada. Esta línea servirá de punto de partida para la curva de nivel. Para medir y respetar la distancia entre curvas a nivel hay que marcar una línea madre que va guiando desde un punto alto hasta un punto más bajo, para eso, una persona se ubica en el punto más alto, otra en el punto más bajo y la tercera, va marcando y colocando estacas en intervalos uniformes los puntos donde se realizarán los trabajos o las obras de conservación de suelos. Si las distancias entre curvas son de dos metros, se puede usar el nivel A. Si se ubica la línea madre en una parte donde la pendiente es menor o mayor que el promedio, las obras no van a acercarse lo suficiente o se abrirán demasiado (PASOLAC 2000).

Trazos de curvas a nivel

Trazado en curva a nivel consiste en trazar una línea que pasen por puntos que estén al mismo nivel y orientar las hileras del cultivo en ésta línea. La curva a nivel es una línea de puntos que están en la misma elevación. Es una práctica necesaria para evitar la pérdida de suelo por erosión y conservar el agua mejorando la infiltración. Se recomienda hasta pendientes del 10%, superando este límite se recomienda combinar con otras prácticas de conservación de suelos como barreras vivas o muertas. Las obras de conservación de suelos deben ser construidas según la pendiente del terreno. Acorde al aumento de la pendiente las distancias de las obras de conservación de suelos se acortan (Raudes y Sagastume 2011).

Cuadro 21. Determinación de las obras de conservación de suelos según la pendiente y distancia de separación entre obras.

Obras de conservación de suelos	Pendiente		
	< 15%	15 - 30%	30 - 50%
Barreras vivas	15 – 30 m	10 – 15 m	4 – 10 m
Barreras muertas	10 – 20 m	6 – 10 m	4 -6 m
Acequias	10 – 20 m	8 – 10 m	6 – 8 m

Fuente: Raudes y Sagastume 2011. Adaptado por los autores.

Con una pata del nivel A pegada a la estaca de la línea madre, se busca ubicar la plomada a nivel moviendo la otra pata para abajo o para arriba. Una vez colocado en el lugar preciso donde el nivel A está a nivel se coloca la siguiente estaca. De igual manera se sigue el mismo procedimiento se busca el nivel correcto y se coloca la siguiente estaca hasta completar la curva. Luego se regresa a la estaca de la línea madre y se prosigue colocando las estacas hasta completar la curva en toda la extensión de la parcela (FHIA 2011, PASOLAC 2000).

Las líneas de las estacas colocadas representan a una curva a nivel. Cuando la línea presenta una forma irregular, se procede a suavizar y alinear, reubicando las estacas que están muy arriba o muy debajo de la línea. La corrección no requiere de un aparato, simplemente se hace al ojo, teniendo en cuenta las recomendaciones mencionadas arriba.

Obras de Conservación de Suelos de la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano

Barreras vivas

Las barreras vivas son hileras de plantas de crecimiento denso y de buen desarrollo radicular, sembradas en contorno, es decir perpendicular a la pendiente, como complemento a una obra física. Principalmente su función es detener la velocidad de la escorrentía del agua que posee una gran capacidad erosiva, pendiente abajo, de modo que controla la erosión, además de retener los sedimentos del suelo y residuos vegetales (Bronzoni *et al.* 1994).

El establecimiento de barreras vivas solas, es decir sin obras físicas, el nivel de tolerancia es hasta unos 15% de pendiente, acompañadas con un manejo agronómico que incluya la siembra en contorno (siguiendo las curvas a nivel), cobertura, incorporación de materia orgánica. Aunque este valor puede llegar hasta un 20% de pendiente, dependiendo de la profundidad efectiva, la textura y el clima (Cubero 1999).

Si las pendientes son mayores al 15% se recomienda su establecimiento junto a obras físicas de conservación como las acequias. En este caso las barreras vivas se siembran a unos 20 – 30 cm arriba del talud superior. En este caso su función es la protección de la

obra física, contribuyendo al filtro de materiales que pueden ocasionar el mal funcionamiento u obstrucción de los canales (Cubero 1999).

Valeriana o Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*)

La valeriana pertenece a la familia de las Poaceae, es perenne, con inflorescencia y semillas estériles, raíz fasciculada y profunda, no posee rizoma, formando masas radicales por el gran desarrollo de macollos. Tallos rectos de 0.5 a 1.5 m de altura, con hojas rígidas, largas de unos 75 cm. Es ideal para prácticas de conservación de suelos y agua. Se desarrolla a alturas menores a 2,500 msnm, con un amplio rango de temperatura desde los -9° C hasta 45° C (Alegre Orihuela 2007).

Se adapta a cualquier textura de suelo, aunque prefiere los suelos profundos en donde desarrolla raíces de hasta 3 m de profundidad, en un amplio rango de pH. En suelos superficiales, es susceptible a la sequía y tolera el mal drenaje hasta 45 días. Requiere de suelos moderadamente fértiles, su crecimiento disminuye en los suelos degradados, se recomienda una fertilización al momento de establecer el cultivo para facilitar el desarrollo de las raíces (PASOLAC 2000).

Después de tres años se forma una barrera densa y en suelos con baja infiltración se recomienda lograr una mayor densidad con mayor ancho de la barrera. Se puede combinar con otras prácticas, como las acequias y barreras muertas, generalmente como protección del borde superior. Reduce la velocidad de la escorrentía en las laderas con pendientes cortas, además facilita la infiltración de agua y contribuye a la lenta formación de terrazas.



Figura 23. Barrera viva utilizando valeriana, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.



Figura 24. Distribución de raíces de valeriana en el perfil del suelo.

Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*)

La caña de azúcar pertenece a la familia de la Poaceae, perenne de una vida útil de 8 a 12 años (FAO 2003). Las flores son en panícula, con inflorescencia y hermafroditas. Presenta una raíz fasciculada hasta 80 cm de profundidad. Los tallos son rectos, con nudos y entrenudos, la altura depende de la longitud de los entrenudos. Las hojas son largas, que nacen en los entrenudos, funcionando como protección a las yemas. Se desarrolla a alturas menores a 1,000 msnm, con una temperatura óptima de 24° C y precipitación anual de 1,500 mm (Díaz y Portocarrero 2002).

Prefiere suelos franco arcillosos, aunque en suelos arenosos en temporadas secas se debe de proveer riego adicional, requiere de suelos profundos, con suelos superficiales es susceptible a acame. Con pH 5 – 8.5, moderadamente ácido o neutros. No tolera el mal drenaje, ocasionando acames. Tolerancia a la baja fertilidad, pero se recomienda la fertilización con estas características del suelo (PASOLAC 2000).

Se recomienda la siembra de caña de azúcar en laderas con pendientes menores a 30% para evitar el acame, cuando la pendiente es superior a los 20% se recomienda aumentar la densidad de siembra. Esta práctica se debe de combinar con otras obras como las acequias para lograr la retención de agua. Los rastrojos de caña de azúcar se pueden acomodar en la misma línea de la barrera para lograr una mejor infiltración del agua o se puede utilizar como material de compostaje.

El corte de caña de azúcar se realiza anualmente. En la parcela de conservación de suelos la barrera viva de caña de azúcar tiene 98 m de longitud, siguiendo la curva a nivel. Las raíces se desarrollaron en perfiles profundos (0 – 90 cm), aunque el mayor desarrollo radicular se observó en los primeros perfiles a una profundidad de 22 cm (Figura 4). La cantidad de materia seca aportada por metro lineal de caña de azúcar es de 21.4 kg, considerando la biomasa por encima del suelo (Cuadro 3).

Cuadro 22. Biomasa por encima del suelo de la caña de azúcar como barrera viva en la Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano, 2015.

Hoja (kg/m lineal)	Tallo (kg/m lineal)	Raíz (kg/m lineal)	Total (kg/m lineal)
8.0	13.3	3.3	24.7
Total Hoja + Tallo (kg/m)		21.4	



Figura 25. Barrera viva utilizando caña de azúcar, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.



Figura 26. Distribución de raíces de caña de azúcar en el perfil del suelo.

Gandul (*Cajanus cajan*)

El gandul pertenece a la familia de las Fabaceae, es un cultivo perenne de 2 a 4 años. Tiene tallos cilíndricos, la altura de 2 a 5 m. Las flores están en racimos de 5 a 10 flores. Presenta una raíz pivotante profunda, leñosa y resistente. Las hojas son trifoliadas (Cedano 2006). Se desarrolla a alturas menores a 1,500 msnm, con temperaturas de 10° C a 35° C y precipitaciones de 700 a 2,500 mm (PASOLAC 2000).

Se desarrolla en suelos arenosos francos y en francos arcillosos, no tolera los suelos arcillosos. Con pH moderadamente ácido a neutro, tolera suelos con pH 4.5 – 5. No tolera los suelos mal drenados. Crece en suelos de baja y mediana fertilidad. Se cultiva a pendientes menores a 30% (PASOLAC 2000).



Figura 27. Barrera viva utilizando gandul, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.

Espada de San Miguel (*Iris germanica*)

La espada de San Miguel pertenece a la familia de las Iridaceae, es una planta herbácea perenne hasta una altura de un metro. Las raíz es fasciculada superficial generalmente en los primeros 20 cm. Se desarrolla a alturas menores a 800 msnm y precipitaciones de 500 a 3,000 mm. Se puede cultivar en un amplio rango de suelo, tolerando suelos arcillosos con buen drenaje. Se adapta a pH de 4.5 – 5.5. Se desarrolla en suelos con baja fertilidad (FAO 2003).

Se emplea como barrera viva en laderas con pendientes mayores a 10%, de fácil manejo y no es hospedero de plagas ni enfermedades. Se propaga por partes vegetativas como los brotes que salen de las yemas de la planta madre o se puede emplear semillas, aunque este método es mucho más lento. Los brotes se siembran a una distancia de 30 cm a una profundidad de 5 cm siempre a curva a nivel, las plantas se unen totalmente formando una barrera en un año después del trasplante. La distancia entre barreras es inversamente proporcional a la pendiente (Fürst y Cano 1998).



Figura 28. Barrera viva utilizando espada de San Miguel, combinado con barrera de piedra. Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.

Barreras muertas

La barrera muerta son muros contruidos de materiales inertes como piedra, troncos o ramas muertas. En curvas a nivel, sirven para reducir la velocidad de la escorrentía, evita la pérdida de suelo, facilitando la infiltración del agua. Una vez determinada la pendiente de la parcela se procede a trazar la línea madre y decidir el distanciamiento entre barreras, a mayor pendiente menor es la distancia entre barreras. Es importante que las barreras muertas sean acompañadas con barreras vivas para obtener un mejor resultado en la retención del suelo y aumentar la vida útil de la barrera (FAO 2015).

Barreras de piedra

Este tipo de barrera muerta, es un muro de contención a base de piedras para cortar la pendiente en laderas. El distanciamiento entre barreras depende la pendiente. Cumple la misma función de las barreras vivas, el de reducir la velocidad del agua, reteniendo la humedad y las partículas del suelo, evitando la erosión. Es importante para mantener el terreno libre de piedras, porque son destinadas a la construcción de la barrera, facilitando las labores de preparación de suelo y labores culturales (PASOLAC 2000).

Se puede establecer en pendientes mayores de 5% hasta 60%, con una altura de 50 cm con un ancho de 30 cm, se puede preparar una mezcla de cemento para lograr una mayor estabilidad y vida útil de la barrera. Se recomienda combinar con barreras vivas para lograr una mayor efectividad de control de la erosión, acumulando las partículas en la

parte superior y mejorando la infiltración del agua en el suelo. La siembra se realiza en cima del talud superior, las especies a combinar con la barrera muerta, varía según la disponibilidad en la parcela (FHIA 2011).



Figura 29. Barrera muerta utilizando piedras, Parcela de Conservación de Suelos, EAP Zamorano.

Terrazas

La terraza consiste en una estructura física compuesta de un dique y un canal, esto puede ser construido por piedras o tierra, perpendicular a la pendiente del terreno, con el objetivo de lograr una infiltración del agua, disminuyendo la velocidad de la escorrentía, reduciendo el riesgo de pérdida de suelo por erosión. Se recomienda en suelos con pendientes mayores al 30%, ideales para explotaciones forestales y especies frutales (PASOLAC 1992).

Acequias o zanjas a nivel

Son canales construidos a nivel, perpendicular a la pendiente, para favorecer la retención e infiltración del agua, recomendado en zonas de baja precipitación como el trópico seco. Debe ir acompañado con otras obras de conservación como la barrera viva o muerta, cortando la pendiente en tramos más cortos para evitar el arrastre de partículas evitando la pérdida del suelo (PASOLAC 1992).

LITERATURA CITADA

Arévalo G. y C. Gauggel 2014. Manual de prácticas de laboratorio, curso de manejo de suelos y nutrición vegetal. Zamorano, Honduras. LITOCOM. 93 p.

Arledge, J. E., L. Chang Navarro y A. Vasquez Villanueva 1985. Manual técnico de conservación de suelos. 2 ed. Lima, Perú. 83 p.

Alegre Orihuela, J. 2007. Manual sobre el uso y manejo del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanoides*). 37 p.

Bronzoni, G., A. Coghi, D. Cubero, J. Dandois, P. Dercksen, O. Gómez, R. Ibarra, W. Mayorga, B. Sonneveld, M. Ugalde, A. Vásquez, F. Villalobos y A. Zumbado 1994. Manual de conservación de suelos y aguas. 2 ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 278 p.

Cedano, J. 2006. Guía técnica cultivo de gandul. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. 84 p.

Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (11), Congreso Nacional de Suelos (3, 1999, San José, Costa Rica). 1999. Las barreras vivas y su aplicación en la agricultura conservacionista. Ed. Cubero, D. San José, Costa Rica. v. 3. p 3 – 10

Díaz Montejó, L. L. y E. T. Portocarrero Rivera. 2002. Manual de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 131 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2015. Uso de barreras muertas en terrenos de laderas para control de erosión (en línea). Consultado 06 de octubre de 2015. Disponible en <http://teca.fao.org/es/read/8334>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2003. Conservación de Suelos y Agua: Barrera viva de caña de azúcar (en línea). Consultado 06 de octubre de 2015. Disponible en <http://teca.fao.org/es/read/3675>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2003. Conservación de Suelos y Agua: Barrera viva de espada de San Miguel (en línea). Consultado 06 de octubre de 2015. Disponible en <http://teca.fao.org/read/3674>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Roma, Italia, FAO. 8:207 p.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) 2011. Guía sobre prácticas de conservación de suelos. 2 ed. La Lima, Honduras, Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA. 22 p.

Fürst, M. y S. Cano 1998. Barreras vivas y cercos vivos de espada de san miguel. Tegucigalpa, Honduras. FUNBANHCAFE. 12 p.

Miller, C. L. y R. A. Laflamme 1958. The digital terrain model - theory & application. Photogrammetric Engineering. 24: 433-442

PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central) 2000. Guía técnica de conservación de suelos y agua. San Salvador, El Salvador, New Graphic. 222 p.

PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central) 1992. Inventario de las técnicas de conservación de suelos y agua. Managua, Nicaragua. 29 p.

Raudes, M. y N. Sagastume 2011. Módulo 3, Conservación de suelos. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 75 p.

Walle, R. 2003. Módulo de conservación de suelos y laderas. Tegucigalpa, Honduras, Editorial Guaymuras. 38 p.

Wischmeier, W. H y D. D. Smith 1978. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning. Washington, USA, U.S. Department of Agriculture. 69 p

Guía de Referencia para el Manejo Agronómico de Cultivos

**Parcela de Conservación de Suelos,
EAP Zamorano**

Autores:
Gustavo Concepción Godoy Franco
Raúl Mauricio Garzón Andrade

Revisado por:
Denis Ramírez. Ph.D.
Dra. Gloria Arévalo

Noviembre 2015

ÍNDICE

1. Habichuela (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	74
Requerimientos del cultivo.....	74
Preparación del terreno.....	74
Variedades	74
Siembra.....	75
Riego.....	75
Fertilización.....	76
Control de malezas	77
Plagas y enfermedades	77
Cosecha.....	80
Literatura citada.....	81
Literatura consultada	82
2. Plátano (<i>Musa acuminata</i> × <i>Musa balbisiana</i> ABB.)	83
Requerimientos del cultivo.....	83
Preparación del terreno.....	83
Variedades	84
Siembra.....	84
Prácticas culturales	85
Riego.....	87
Fertilización.....	87
Control de malezas	88
Plagas y enfermedades	88
Cosecha.....	90
Literatura citada.....	91
Literatura consultada	92
3. Zanahoria (<i>Daucus carota</i>).....	93
Requerimientos del cultivo.....	93
Preparación del terreno.....	93
Variedades	94

Siembra.....	94
Riego.....	95
Fertilización.....	95
Control de malezas	96
Plagas y enfermedades	97
Cosecha.....	98
Literatura citada.....	99
4. Zapallo o Calabacín (<i>Cucurbita pepo</i>)	100
Requerimientos del cultivo.....	100
Preparación del terreno.....	100
Siembra.....	101
Riego.....	101
Fertilización.....	101
Control de malezas	102
Plagas y enfermedades	103
Cosecha.....	103
Literatura citada.....	104
Literatura consultada	105
5. Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)	106
Requerimientos del cultivo.....	106
Preparación del terreno.....	106
Variedades	107
Siembra.....	107
Riego.....	107
Fertilización.....	108
Control de malezas	109
Plagas y enfermedades	109
Cosecha.....	110
Literatura citada.....	111
Literatura consultada	112
6. Cebolla (<i>Allium cepa</i>).....	113
Requerimientos del cultivo.....	113
Semilla.....	113
Preparación del terreno.....	114

Siembra y trasplante	114
Riego.....	114
Fertilización.....	115
Control de malezas	116
Plagas y enfermedades	116
Cosecha.....	117
Literatura citada.....	118
7. Café (<i>Coffea arabica</i> L.).....	119
Requerimientos del cultivo.....	119
Preparación del terreno.....	119
Variedades	120
Siembra y trasplante	120
Riego.....	121
Fertilización.....	122
Control de malezas	122
Plagas y enfermedades	123
Cosecha.....	125
Literatura citada.....	126
Literatura consultada	127

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Plaguicidas para tratamiento de semillas de habichuela.	75
2. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de habichuela.	76
3. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de habichuela.	76
4. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 5.6 t/ha.	77
5. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de plátano.	87
6. Nutrientes necesarios en kilogramos, para un rendimiento de una tonelada de plátano.	87
7. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 45 t/ha.	88
8. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de zanahoria.	95
9. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de zanahoria.	96
10. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 34 t/ha.	96
11. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de zapallo.	101
12. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de zapallo.	102
13. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 16 t/ha.	102
14. Variedades de remolacha y su clasificación según el tipo de crecimiento radicular y las características que presentan.	107
15. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de remolacha.	108
16. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de remolacha.	108
17. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 18 t/ha.	109
18. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de cebolla.	115
19. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de cebolla.	115
20. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 34 t/ha.	115
21. Insecticidas utilizados para el manejo de plagas en el cultivo de la cebolla.	117
22. Productos utilizados para el manejo de hongos y bacterias en el cultivo de cebolla.	117
23. Necesidades hídricas en un año del cultivo de café.	121
24. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de café.	122
25. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 1 t/ha.	122

1. Habichuela (*Phaseolus vulgaris*)

Requerimientos del cultivo.

Clima. La habichuela se adapta a una diversidad de climas, pero su mejor desarrollo se da con temperaturas de 16 a 25 °C hasta una altitud de 2,500 msnm. Las temperaturas bajas, menores a 15 °C reducen el rendimiento, temperaturas extremas <0°C y >35 °C no ocurre la germinación.

Precipitación. La habichuela no tolera la humedad excesiva, por lo que es necesario evitar los lugares con alta incidencia de precipitación. Las precipitaciones óptimas están bien distribuidas y se encuentren en un rango de 350 a 500 mm por ciclo.

Suelo. Se desarrolla en suelos de textura livianas a pesadas como las francas, franco arenosos y arcillosos. El cultivo prefiere pH ligeramente ácido o neutro de 5.6 a 6.7., el suelo debe estar bien drenado para evitar encharcamiento, es necesario evitar suelos ácidos, que no permiten la actividad de bacterias nitrificantes.

Preparación del terreno

Se requiere de una buena preparación del suelo, para facilitar las labores posteriores a la siembra como el control de malezas, riego y prácticas culturales. Las herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad son: Pala, piocha, azadón y rastrillo. La actividad de laboreo debe empezar rompiendo la estructura del suelo con piocha, Se procede a levantar la cama siguiendo la curva a nivel establecida para el lote, la altura de la cama debe ser de 30 cm. El distanciamiento entre camas de 1.5 m.

Variedades

Las variedades se diferencian por características fisiológicas como el hábito de crecimiento, color del grano y la forma de la vaina. Se recomienda emplear plantas con el hábito de crecimiento arbustivo ya que su periodo de producción es corto. Además las variedades deben estar adaptadas a la zona, la resistencia y tolerancia a plagas y enfermedades. La variedad Opus es preferida en el mercado hondureño se caracteriza por tener el hábito de crecimiento tipo arbustivo, vainas alargadas, granos de color piel brillantes, y textura firme.

Siembra

La siembra de habichuela se puede programar durante todo el año, bajo sistema de riego, evitando la alta humedad, causada por las precipitaciones que favorecen la pudrición de las vainas. Se recomienda la siembra en los meses de mayo a junio y de agosto a octubre, para que la cosecha no coincida con el periodo de lluvia.

La siembra se realiza en surcos dobles, con distanciamiento entre hileras de 20 - 30 cm logrando una distribución de 15 - 16 semillas por metro lineal. La profundidad de siembra no debe ser mayor a 3 cm. Se puede depositar hasta 3 semillas por postura, pero se recomienda el raleo para seleccionar las plantas más vigorosas y de mejor desarrollo.

Se recomienda realizar tratamiento de semilla para evitar el ataque de plagas del suelo y enfermedades que pueden dañar las mismas. El tratamiento consiste en cubrir las semillas con insecticidas y fungicidas. La mezcla de semilla con el insecticida es de 4.40 mL de agua por cada kilogramo de semilla, realizada la mezcla hay que aprovechar la humedad en la semilla para que el fungicida se adhiera.

Se puede obtener semillas comerciales tratadas previamente que no requieren de otros productos, sin embargo si es necesaria la ejecución de dicha práctica, se pueden emplear productos comerciales con distintos ingredientes activos (Cuadro 1).

Cuadro 23. Plaguicidas para tratamiento de semillas de habichuela.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Observaciones
Blindaje 60 FS [®]	Imidacloprid y Thiodicarb	Las semillas deben ser tratadas un día antes de la siembra con el fin de evitar la reducción de la germinación.
Cuiser 350 FS [®]	Thiamethoxam	
Gaicho 70 WS [®]	Imidacloprid	

Fuente: Lardizábal *et al.* (2010). Adaptado por los autores.

Riego

Se debe suplir las necesidades hídricas del cultivo con sistema de riego por goteo ya que al brindar uniformidad en la aplicación, se optimiza el uso de agua destinada para riego. Por ello el cálculo de los requerimientos hídricos se efectuó con las condiciones climáticas de la zona, dependiendo de la fecha de siembra, relacionando la duración en días de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo.

La cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida define el volumen total de agua demandado por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra. Determinando así, las necesidades hídricas en el periodo seco y lluvioso (Cuadro 2).

Cuadro 24. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de habichuela.

Fecha de siembra	Lote	Requerimiento (m³)
09/09/2014	1	34
20/01/2015	6	28
06/05/2015	1	28

Fertilización

La aplicación de fertilizantes debe ser al momento de la siembra o incorporado al momento de la preparación de camas para proveer los nutrientes necesarios, la fertilización debe ser fraccionada a lo largo del ciclo del cultivo. Se debe utilizar fertirriego para proveer los nutrientes requeridos, mejorando la precisión de la dosis suplida durante el desarrollo del cultivo, la cual varía constantemente.

Identificando las etapas de mayor demanda de cada nutriente y de acuerdo a las funciones que cada elemento realiza en la planta, se debe determinar la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en el área cultivada con habichuela, tomando en cuenta la demanda de cada elemento, referida a un rendimiento específico (Cuadro 3).

Cuadro 25. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de habichuela.

Cultivo	N	P	K	Ca	Mg
Habichuela	68	7.0	49	27	8.0

Fuente: Bertsch (2003). Adaptado por los autores.

Determinar el estado de fertilidad del suelo es el primer paso para decidir el tipo de fertilizante que se utilizará, una vez identificado el consumo de cada nutriente y lo que el suelo puede proveer al cultivo, se calcula la cantidad de fertilizante tomando un valor de ajuste para calibrar el consumo y dosificar los productos comerciales (Cuadro 4).

Cuadro 26. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 5.6 t/ha.

Fertilizantes	kg/ha
Nitrato de amonio	999
Fosfato Mono amónico (MAP)	134
Cloruro de Potasio (KCL)	275
Nitrato de Calcio	200
Sulfato de Magnesio	233

Control de malezas

En el control manual de malezas se utiliza herramientas tradicionales como el machete y azadón, para la limpieza entre camas. Con la mano se remueven las malezas que se encuentran en la cama, arrancando desde la raíz para evitar el rebrote. Se puede recurrir al control químico utilizando herbicidas como Bentazon, Ametrina, Paraquat o Fluazifop controlando así las malezas en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

Plagas y enfermedades

Son factores limitantes en la producción ya que los daños causados por el ataque de estos organismos resulta en pérdidas de la plantación y por ende un daño económico. Raíz, tallo, hojas, flores y frutos están expuestos al ataque de las plagas y enfermedades. La identificación temprana y la prevención resulta ser más efectivo, que tratar de controlar una vez establecidas en el lote (Lardizábal *et al.* 2010).

Es importante conocer la biología y la ecología de las plagas ya que con esta herramienta podemos establecer los programas de control más efectivos, ya que el insecto suele ser vulnerable en determinada fase. Evitar el uso excesivo de insecticidas para evitar la resistencia de los organismos al ingrediente activo del producto, la rotación de productos por estructura química y mecanismo de acción son claves junto a un buen programa de manejo integrado de plagas, para lograr un control efectivo (Lardizábal *et al.* 2010).

Gallina ciega (*Phyllophaga* spp). Es una plaga del suelo, larva de coleóptero que ataca diferentes cultivos denominada polífaga. Atacan desde semillas que empiezan a germinar, hasta las raíces y tallos de la planta. Se observa una mala germinación y marchites en horas más soleadas.

Se puede reducir la población de gallina ciega durante la preparación de suelo, se eliminan las larvas, pupas y huevos o al realizar el volteo se expone a la radiación solar. Se recomienda tener control sobre las malezas que pueden ser refugios durante el periodo que no se cultiva.

El uso de controladores biológicos como los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, ofrecen buenos resultados cuando son aplicados de forma correcta. Se recomienda aplicarlo en el sistema de riego para que la distribución del agente patógeno sea más uniforme en el bulbo de humedad. El control químico con insecticidas es otra opción disponible, aunque se debe tomar como último recurso evitar el uso de estos por ser productos de alta residualidad y toxicidad.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Pertenece al orden Homóptera, es un insecto polífago de tipo chupador, considerada como la plaga de mayor importancia económica por su difícil control, y la capacidad de adquirir resistencia a los insecticidas. El mayor problema de esta plaga es que es un vector importante de geminivirus.

Se previene realizando el control de malezas dentro y alrededor del lote, mantener un programa de muestreo con trampas amarillas y monitoreo de la plaga en las plantas. El uso de control químico con insecticidas como que su ingrediente activo sea (Endosulfan, u Oxidemeton metil,) deben de aplicarse en el envés de la hoja para lograr un mayor control sobre la población. Se recomienda utilizar variedades resistente al virus y realizar rotaciones de cultivos.

Lorito verde (*Empoasca kraemeri*). Conocida como chicharrita o salta hojas es importante cuando la incidencia es alta ya que influye directamente en el desarrollo y rendimiento del cultivo, su incidencia es inmediatamente después de la germinación. La habichuela es susceptible a la saliva que inyecta el insecto al momento de succionar la savia, se observa un encorvamiento de las hojas ya sea arriba o abajo, con bordes de hojas cloróticos, consecuencia de la fitotoxicidad causada al cultivo.

Se logra tener un buen control realizando monitoreos frecuentes, eliminando las malezas alrededor que sirven de hospederos, realizar el muestreo cada una o dos semanas ya que el efecto causado por la fitotoxicidad es grave. Se recomienda una rotación de cultivos y una buena preparación de suelos.

Para realizar control químico se debe tener en cuenta la habilidad de la plaga para desarrollar resistencia. En el caso de que el nivel de infestación amerite el uso de químicos se debe emplear insecticidas sistémicos y lograr que la aplicación sea dirigida al envés de las hojas.

Diabrotica (*Diabrotica balteata*). Conocida también como tortuguilla, es un insecto perteneciente al orden Coleóptera. Tiene habito defoliador, sin embargo también causa daños en las flores y vainas. Es crítico controlar la presencia del mismo en los primeros 20 días pos germinación ya que puede causar la defoliación completa de las plantas en un periodo de tiempo muy reducido y además es vector de varios virus entre ellos el Virus del mosaico severo del frijol.

Se logra su control realizando monitoreos cada dos semanas, eliminando malezas que sirven de hospederos, con buena preparación de suelos y rotación de cultivos es posible romper el ciclo biológico del insecto.

Se puede utilizar el control químico asegurando la cobertura completa de la planta con el producto aplicado y haciendo énfasis en la rotación de productos con el objetivo de disminuir la resistencia que puede adquirir el insecto.

Babosa (*Sarasinula plebeia*). Es una plaga muy importante ya que ataca los primeros estadios, alimentándose de semillas en emergencia y plántulas jóvenes, además ocasiona daños en las vainas. Es una plaga de especial cuidado en las épocas de alta precipitación, ya que una infestación alta puede destruir todo el cultivo.

Para prevenir la presencia de babosas se realiza utilizando rotaciones de cultivos, evitando y eliminando las malezas de hojas anchas, ya que es el hospedero de esta plaga. Realizar muestreos frecuentes, para determinar la presencia de babosas. Evitar la acumulación de basura y desechos orgánicos, ya que crea un ambiente ideal para la reproducción de la plaga. Una a dos babosas por cada dos metros cuadrados, es el nivel crítico en donde se debe tomar acciones, como instalar trampas con cebos que contengan molusquicidas.

Picudo de la vaina (*Apion godmani*). Es un coleóptero pequeño que mide 3 mm de largo aproximadamente. Ataca al momento de la floración y formación de vainas. El nivel de daño puede ser hasta un 90%, generalmente en épocas de alta precipitación.

Se realiza un muestreo al menos una vez por semana. Eliminar las malezas hospederas, especialmente las gramíneas. Es necesario realizar rotación de cultivo, evitando las siembras escalonadas.

Lepidópteros. Los insectos de este orden no son importantes en el cultivo de habichuela, aunque puede provocar defoliación y se alimentan de las vainas. Además de las orugas que atacan el tallo en los primeros estadios del cultivo.

Es importante llevar un muestreo semanal, evitar el crecimiento de malezas, rotación del cultivo y una buena preparación de suelo ayudan a prevenir la incidencia de plagas de este orden. Si es necesario aplicar control químico se debe usar las dosis recomendadas y realizar las rotaciones pertinentes entre grupos de insecticidas para no desarrollar resistencia. Al momento de aplicar debe tener una buena cobertura y realizar los labores en las horas frescas.

Virus del mosaico común del frijol (VMCF). Es el patógeno más importante en el cultivo de habichuela, ya que su diseminación es fácil ya sea mecánica, semillas y por áfidos. La aparición del síntoma dependerá de la variedad y cepa del virus. Además de las condiciones climáticas, siendo las temperaturas medias a altas 18 a 25 °C. Los síntomas se presentan con color verde claro y enrollamiento de las hojas. Las plantas no se desarrollan normalmente y se disminuye los rendimientos.

Los virus no poseen un control curativo, se recomienda acciones preventivas como el uso de variedades resistentes, eliminar malezas, emplear semillas certificadas libre de virus. Las aplicaciones de insecticidas para el control de áfidos se realizan en horas frescas del día logrando una buena cobertura del producto aplicado.

Virus del mosaico dorado del frijol (VMDF). Es transmitida por la mosca blanca, este virus no se transmite por semillas. Las condiciones de temperatura ideales para el desarrollo del patógeno van desde 18-25 °C. Los síntomas observados, son el amarillamiento de las hojas y deformaciones. Las plantas atacadas antes de la floración ocurre abortos de flores y las vainas se deforman. Se recomienda realizar acciones preventivas como eliminación de malezas, empleo de variedades resistentes y control de las poblaciones de mosca blanca.

Cosecha

El punto ideal para cosecha es cuando las vainas sean de color verde uniforme, después de alcanzar su mayor tamaño, pero que la semilla no se haya formado, ni forme la protuberancia típica, carnosa y jugosa. Es importante cosechar en este punto ya que la vaina no ha desarrollado un alto contenido fibroso. Se cosecha a partir de los 12 a 20 días después de la floración, aproximadamente 55 a 95 días después de la emergencia, esto depende de las variedades usadas.

La actividad se realiza en forma manual, desprendiendo suavemente las vainas de las plantas, para evitar daños en almacenamiento y causar daños a vainas inmaduras. Una vez iniciada la cosecha se procede a realizar la labor una o dos veces por semana para recoger las vainas acorde va madurando. Es importante que después de cosechado que las vainas permanezcan en un lugar fresco, evitando los lugares húmedos para prevenir enfermedades.

Literatura citada

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

Caseres, E. 1981. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, Costa Rica. Editorial IICA. 387 p.

Escoto, N. D. 2009. El cultivo del frijol, Manual para la producción de frijol en Honduras. Tegucigalpa, Honduras, PUBLINCA. 36 p.

FDA (Fundación de Desarrollo Agropecuario) 1995. Cultivo de habichuela. 2 ed. Santo Domingo, República Dominicana. 2:38 p.

Lardizábal, R., S. Arias y R. Segura 2010. Manual de producción de frijol. La Lima, Cortes, Honduras. MCA- Honduras / EDA – FHIA. 26 p.

Literatura consultada

Argumedo Araujo, J. A. y J. Guardia Datzer 2011. Respuesta de diez variedades de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) a la inoculación con *Rhizobium* spp., y fertilización con nitrógeno. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 18 p.

Mena, C. J. y R. V. Velázquez, 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Zacatecas, México. CIRNOC-INIFAP. 24:83 p.

Montes, A. 1999. Cultivo de Hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. p 86 - 90

Rosas, J. C. 2003. El cultivo de frijol común en América tropical. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 2 ed. Tegucigalpa, Honduras. Imprenta Litocom. 57 p.

Schwartz, H. F. 1982. Guía de estudio, Enfermedades del frijol causadas por hongos y su control. 2 ed. Cali, Colombia. CIAT. 54 p.

Vallejo, F y E. Estrada. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 345 p.

2. Plátano (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana* ABB.)

Requerimientos del cultivo

Clima. El cultivo de plátano requiere de temperaturas cálidas entre 22 a 27 °C, temperaturas menos retrasan la cosecha, pero puede ayudar a reducir la incidencia de enfermedades fúngicas. La altitud requerida del plátano es elevaciones menores a 1,000 msnm, siendo el óptimo entre los 100 a 200 msnm.

Las altitudes superiores a la máxima retrasan la cosecha y afecta el potencial de rendimiento del cultivo. Las condiciones de viento es un factor importante al considerar el establecimiento, la velocidad del viento no debe superar los 25 km/h, velocidades de viento mayores pueden ocasionar daños al follaje o la destrucción total del cultivo. Aunque no requiere de alta luminosidad, al disminuir la intensidad de luz el ciclo del cultivo se extiende.

Precipitación. Es un cultivo que requiere de altas cantidades de agua y constante para su desarrollo. El requerimiento hídrico anual es de 1,800 a 3,000 mm, si la precipitación de la zona no cumple con este parámetro es necesario suplir el agua con riego. Las raíces del plátano no toleran el anegamiento, por lo cual requiere un buen sistema de drenaje.

Suelo. Las texturas ideales son los suelos francos, ya sean francos arenosos, franco arcillo limoso y franco limosos con un buen contenido de materia orgánica. El pH óptimo es de 5.8 a 6.5., moderadamente ácido aunque se puede sembrar a pH más ácido o alcalino dependiendo del manejo de enmiendas requeridas. Requiere de suelos profundos, con profundidad efectiva de 1 a 1.2 m. El plátano se adapta para su cultivo en laderas, con pendientes que no superen el 40%.

Preparación del terreno

Se requiere de una buena preparación del suelo, esto para facilitar las labores de posteriores a la siembra como control de malezas, riego y prácticas culturales. Las herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad son pala, piocha, azadón y rastrillo.

La actividad de laboreo debe empezar rompiendo las capas compactas del suelo con piocha, dejando el suelo bien mullido, Se procede a levantar la cama para siembra siguiendo la curva a nivel establecida para el lote. La altura de la cama debe ser de 30 ó 40 cm, camas altas y niveladas proveen mejor drenaje aireación y aumenta el desarrollo radicular.

Variedades

Las variedades de consumo más aceptadas es el curaré enano y el cuerno, ya que sus características organolépticas son parecidas, aunque el curaré enano es de mayor rendimiento por planta.

Curraré enano. Es precoz y de fácil manejo con una altura promedio de 2.5 m y de pseudotallo grueso que facilita las prácticas culturales, resistente al acame por viento. El rendimiento es de 25 a 30 dedos comerciales por planta,. Es susceptible a la incidencia de sigatoka por lo cual requiere de un buen manejo preventivo (Lopez 2002).

Cuerno. Planta de porte alto con un promedio de 4 m y de pseudotallo delgado por lo cual es más susceptible al acame por viento. El rendimiento es de 18 a 20 dedos comerciales por planta de 25 cm de longitud. Presenta una tolerancia a la incidencia de sigatoka, aunque susceptible al picudo por lo que requiere un manejo preventivo para evitar daños causados por esta plaga.

Siembra

Selección de semilla.¹ El plátano se propaga por partes vegetativas o asexuales, la reproducción por semillas sexuales solo se utiliza para mejoramiento genético. Se utilizan los hijos de espada, cormos (rizomas) y propagación *in vitro*, en el momento de selección de semillas se realiza controles sanitarios para evitar el brote de plagas y enfermedades y lograr plantas sanas y vigorosas con altos rendimientos.

Hijos de espada. Son brotes de las yemas laterales de los cormos, crecen vigorosos, profundos y con follaje puntiagudo. Una altura para trasplante de 1 ó 1.5 m. Se recomienda la propagación en áreas pequeñas porque requiere de un buen manejo al tratarse de plantas enteras.

Cormos. Es el tallo verdadero del plátano, conocida como rizoma o cormo. Desde el punto de crecimiento se desarrollan las hojas, dando lugar al pseudotallo. Además del mismo se generan los hijuelos (resultado del crecimiento de las yemas laterales). Es el método más común para la propagación del plátano ya que se obtienen plantas con excelente desarrollo, consecuencia de la rápida adaptación al trasplante.

Tratamiento semilla. Las semillas deben recibir tratamiento preventivo, tomando como primer paso la eliminación de inóculos de plagas o enfermedades presentes en tejidos afectados por “picudos” u otros insectos. Para seguidamente proceder a la desinfección con productos químicos que aseguran semillas libres de patógenos.

¹ En plátano y banano el termino semilla hace referencia a la parte vegetativa utilizada para propagación, no hace referencia a la semilla producto de una fecundación de gametos.

La desinfección de semillas se realiza un día antes de la siembra, es necesario usar semillas secas para la aplicación de insecticidas y fungicidas se pueden emplear Diazinon o Clorpirifos, presentes como ingredientes activos de los insecticidas, Para controlar enfermedades de tipo fungosas, recurrir a productos con ingrediente activo como Mancozeb.

Realizada la labor de selección y tratamiento de las semillas se realiza el ahoyado con dimensiones de 30 cm de diámetro \times 30 cm de profundidad, esto dependiendo del tamaño de la semilla. Se separan por 3 tamaños para uniformizar la plantación, se coloca 100 g de fertilizante fórmula 18 - 46 - 0 por encima de este se coloca 2 a 4 cm de suelo para evitar el contacto directo con la semilla y se procede a tapar las semillas, presionando el suelo para evitar la formación de bolsas de aire y facilitar la germinación. La zona del brote o punto de crecimiento debe estar a 10 cm por debajo de la superficie (Lardizábal 2014).

Densidad y distanciamiento. El sistema de producción convencional es el más utilizado por los productores de plátano, consiste en tener un cultivo perenne durante un periodo continuo de tiempo. Conservando los hijos de plantas cosechadas y manteniendo de 2 a 3 plantas por postura (madre, hijo y nieto) que continúen la producción en el siguiente ciclo y el rendimiento por planta no se vea afectado (Lopez 2002).

El sistema de producción a altas densidades es una alternativa de producción con el objetivo de tener mayor rendimiento y rentabilidad. Se aprovecha mejor los factores de producción. Se maneja como un cultivo anual, eliminando la plantación al fin de ciclo de cosecha para el establecimiento de un nuevo ciclo.

La densidad varía de acuerdo al distanciamiento utilizado y el sistema de producción elegido. En sistema convencional los distanciamientos utilizados son de 2.5 m entre plantas \times 2.5 m entre camas y 3 m entre plantas \times 3 m entre camas con arreglos de siembra en cuadros (si la pendiente es plana). Si, la pendiente es pronunciada se siembra en tres bolillos a 2.6 m entre plantas y 1.5 m entre camas.

Prácticas culturales

Prácticas necesarias para mantener el cultivo en óptimo estado y que pueda expresar su potencial productivo y evitar al máximo el ataque de plagas y enfermedades. Las labores culturales se realizan acorde a lo que necesita el cultivo al momento adecuado.

Deshije. Consiste en la selección de los hijuelos que desarrolla la planta madre eliminando los que no cumplen con los distanciamientos recomendados para el sistema de siembra que se maneja en la plantación. Los hijuelos seleccionados deben poseer mayor vigor y crecimiento acelerado, el deshije se realiza con la intención de que se reduzca la competencia y consecuentemente la planta madre no reduzca su desarrollo y rendimiento. En sistemas de siembra convencional los hijuelos seleccionados deben mantener el distanciamiento recomendado para conservar el arreglo de espacial de la plantación.

En sistemas de alta densidad se eliminan los hijuelos, dejando solo los hijuelos que salen después de la floración, con el fin de obtener semillas para el siguiente establecimiento del cultivo. Esta actividad se realiza con machetes, cortando al ras del suelo, es necesario realizar una herida profunda sobre el corte realizado para evitar el retoño, se recomienda utilizar desinfectantes para evitar la propagación de enfermedades.

Deshoje. Consiste en la eliminación y limpieza de hojas viejas y dobladas para mantener la calidad de las frutas exponiendo a una mayor exposición del racimo a la luz y aireación o evitar el brote de enfermedades, una medida necesaria para la prevención de sigatoka. Se debe mantener al menos 12 hojas sanas por planta para el buen desarrollo del racimo.

El deshoje de protección de fruta se realiza para evitar el roce de las hojas con el racimo y evitar daños que disminuya la calidad de fruto. Se realiza al momento del desmane y se eliminan todas las hojas que tienen contacto con el racimo.

La sanidad de la planta por medio del deshoje es importante para manejar una prevención de sigatoka, eliminando las hojas que demuestren un daño mayor del 50%, además cortar las hojas dobladas para eliminar posibles hospederos de plagas. Se deben picar las hojas para aumentar su descomposición y devolver los nutrientes al suelo. La actividad debe ser realizada por lo menos cada dos semanas.

Desbellote, desmane y encintado. Consiste en eliminar la bellota y el exceso de frutas del racimo. Con el fin de mejorar la calidad del fruto. Se realiza cortando la bellota, se cuenta las manos del racimo de arriba hacia abajo dejando 4 o 5 manos, eliminando las siguientes manos dejando solamente un dedo marcador que sirve para evitar el avance de la pudrición causada por el corte de la bellota.

El encintado facilita la decisión al momento de cosechar los frutos ya que determina el grado de madures. Ayuda a tener un inventario de racimos listos a cosecha por cada semana. Se realiza al momento del desbellotado y se coloca en la parte inferior del racimo. Existen 9 - 13 colores y se clasifican al otorgar uno por semana, cosechando a las 9 o 13 semanas después del encintado.

Embolsado y apuntalamiento. El plátano es susceptible a daños en el fruto causados por insectos y radiación solar, al acame causado por viento y peso del racimo. Realizar el embolsado de racimo presenta claros beneficios como acelerar el tiempo a cosecha y proteger el fruto de posibles daños. El apuntalamiento se realiza utilizando cuerda, amarrando la planta con racimo a la base de otra planta opuesta para darle sostén. La ejecución de esta práctica depende de la variedad seleccionada, las variedades enanas no lo requieren.

Riego

El plátano es un cultivo que requiere de altas cantidades de agua debido a su alta tasa de transpiración. Se debe de suplir las necesidades hídricas del cultivo, proporcionando un riego uniforme en la cama, con sistema de riego por goteo para no disminuir el crecimiento y rendimiento del cultivo. Se debe ajustar los requerimientos de acuerdo a las etapas del cultivo y época del año.

El cálculo de los requerimientos hídricos se efectuó con las condiciones climáticas de la zona, dependiendo de la fecha de siembra, relacionando la duración en días, de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo.

La cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida define el volumen total de agua demandado por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra. Determinando así, las necesidades hídricas a lo largo del año. (Cuadro 5).

Cuadro 27. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de plátano.

Fecha de siembra	Lote	Requerimiento (m ³)
22/10/2014	11	242

Fertilización

El plátano es un cultivo de rápido crecimiento que demanda alta cantidad de nutrientes, para proveer los nutrientes necesarios la fertilización debe ser fraccionada a lo largo del ciclo del cultivo. Se debe utilizar fertirriego para proveer los nutrientes y mejorar la precisión de la dosis que es suplida durante el desarrollo del cultivo.

Identificando las etapas de mayor demanda de cada nutriente y de acuerdo a las funciones que cada elemento realiza en la planta, se debe determinar la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en el área cultivada con plátano, tomando en cuenta la demanda de cada elemento, referida a un rendimiento específico (Cuadro 6).

Cuadro 28. Nutrientes necesarios en kilogramos, para un rendimiento de una tonelada de plátano.

Cultivo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Plátano	2.0	0.9	7.0	0.46	1.0

Fuente: Bertsch (2003). Adaptado por los autores.

Determinar el estado de fertilidad del suelo es el primer paso para decidir el tipo de fertilizante que se utilizará, una vez identificado el consumo de cada nutriente y lo que el suelo puede proveer al cultivo, se calcula la cantidad de fertilizante tomando un valor de ajuste para calibrar el consumo y dosificar los productos comerciales (Cuadro 7)

Cuadro 29. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 45 t/ha.

Fertilizantes	kg/ha
Nitrato de amonio	11
Fosfato monoamónico (MAP)	3
Cloruro de Potasio (KCL)	18
Nitrato de Calcio	3
Sulfato de Magnesio	11

Control de malezas

Es necesario llevar un control de malezas en las primeras etapas del cultivo especialmente en la etapa de crecimiento ya que las malezas compiten por agua, nutrientes y luz. El control mecánico de malezas se utiliza herramientas tradicionales como el machete y azadón pero con especial cuidado porque se debe evitar los daños por herramientas en los tallos y cormos porque son puntos de entradas para los insectos y patógenos.

Además se puede ejercer un control manual removiendo malezas que se encuentran en la cama, arrancándolas desde la raíz para evitar el rebrote. Como control químico se puede usar productos como Ametrina, Diurón y Paraquat (Lopez 2002).

Plagas y enfermedades

El manejo de plagas y enfermedades es un punto muy importante en la producción del cultivo ya que un mal manejo puede disminuir los rendimientos y aumentar los costos de producción afectando la rentabilidad. En sistemas de siembra a altas densidades el manejo de plagas y enfermedades resulta ser mejor ya que al renovarse cada año la plantación, se cortan ciclos de vida de las plagas y el microclima no es apto para el desarrollo de enfermedades ya que existe mejor control de malezas, las cuales crean un microclima de alta humedad (Lardizábal 2014).

Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). Es un insecto del orden coleóptera de la familia curculionidae, de color negro, 10 cm de tamaño, de hábito nocturno, cuyo adulto puede vivir hasta dos años. Es la plaga más importante en el cultivo de plátano en el mundo, ocasionando hasta 90% de pérdidas económicas.

Los daños son causados por las larvas que forman galerías o túneles en los cormos avanzando hacia el pseudotallo. Debilitan a la planta además los daños causados constituyen puntos de entrada a otros patógenos que terminan destruyendo el cormo, ocasionando que las raíces no se desarrollen y por lo tanto no cumplan su función de absorción de agua y nutrientes, causando el acame de la planta.

El control debe ser preventivo utilizando material de siembra libre de larvas o adultos, de lotes con baja incidencia y un buen tratamiento de semilla. Eliminar hospederos potenciales, especialmente residuos del cultivo o cosecha. Para el monitoreo se utilizan trampas de rampa con feromonas como el producto Cosmolure®.

Empleando 25 trampas por hectárea separadas a 20 m, muestreos semanales y control biológico con hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae bacteriophora*, o nematodos como *Heterorhabditis* es posible mantener la población del picudo por debajo del nivel crítico.

Nematodos. Los nematodos organismos multicelulares, cilíndricos no segmentados, que infestan las raíces del plátano creando galerías y agallas. La especie de mayor importancia es *Radopholus similis* que es un nematodo fitoparásito endoparásito migratorio que crea pequeñas galerías en las raíces y cormos debilitando a la planta, dejando un punto de entrada para infecciones secundarias de hongos y bacterias que terminan por matar a la planta.

Se debe realizar muestreos de suelo para determinar la población de nematodos que se posee en la parcela. La rotación de cultivo y la siembra de plantas alelopáticas como *Tagetes erecta* y *Brassica alba*. Sembrar semillas seleccionadas, y tratadas que estén libres de nematodos. El control biológico es una buena alternativa, utilizando hongos como *Paecilomyces lilacinus* y *Pochonia chamydosporia*.

Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*). Enfermedad foliar causada por un hongo formando manchas de color pardo rojizo, afectando la calidad de las frutas y pudiendo reducir hasta un 80% el rendimiento. Es la principal enfermedad del plátano. Requiere una humedad relativa alta mayor a 90% y temperaturas de 23 - 25 °C, propagándose por el agua y el viento.

La infección inicia en la superficie de la hoja con machas de color pardo rojizo, lo cual indica que el hongo está penetrando las estomas, formando manchas alargadas en forma de estrías de color pardo rojizo. Posteriormente aumentan de tamaño y se tornan de color más oscuro, rodeada de un color más claro o amarillo (Tapiero *et al.* 2008).

Ejecutar prácticas culturales contribuye a reducir la incidencia de la sigatoka. Eliminando malezas, impidiendo encharcamiento y con buena labor de deshoje y deshije se evita crear un microclima para el desarrollo de la enfermedad (Lardizábal 2014).

Para el control químico se utilizan fungicidas con Benomil y Mancozeb como ingredientes activos los cuales se rotan, dado que son diferentes mecanismos de acción se reduce el riesgo de resistencia adquirida por el insecto.

Bacteriosis (*Erwinia* sp). Es una enfermedad agresiva que afecta el cogollo de la planta, destruye el tejido por medio de enzimas, afectando su desarrollo del cultivo y reduciendo gravemente el rendimiento, afectando el peso del racimo y el desarrollo del fruto. Se desarrolla en condiciones de alta humedad y alta temperatura.

Los síntomas se presentan como manchas oscuras en el pseudotallo con pudriciones acuosas de olor fétido y fermentado. Se puede observar la misma sintomatología en el centro del tallo, observando tejido acuoso macerado y con mal olor (Tapiero *et al.* 2008)

La prevención de la enfermedad se logra realizando prácticas culturales, eliminando las hojas muertas y partes del pseudotallo que se encuentran en estado de descomposición. El uso de semillas libres del patógeno, mantener la plantación sin malezas y manejo eficiente del riego, también contribuyen a la reducción de la incidencia de esta enfermedad.

Cosecha

Cuando se utilizan cintas de color por edad para la planificación de cosecha o en el tamaño y forma del fruto. La cosecha se realiza a los 8 y 12 meses después de la siembra. Se realiza con dos personas para facilitar y agilizar el trabajo, se corta el pseudotallo y se dobla, dejando caer suavemente, una vez alcanzado el racimo se corta y se transporta al lugar de desmane. El pseudotallo se corta y se pica, colocando entre camas para que se descompongan y aprovechar los nutrientes que aún contienen, además de eliminar posibles hospederos de plagas y enfermedades.

El desmane consiste en separar las manos del raquis, con el fin de facilitar el transporte y almacenamiento. Se tiene que tener un buen manejo de las herramientas para evitar cortes que puedan dañar el fruto y disminuir la calidad. Las herramientas deben estar limpias y desinfectadas para evitar la entrada de patógenos que puedan afectar al fruto al momento del almacenaje.

Literatura citada

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

Lardizábal, R. 2014. Manual de producción de plátano de alta densidad. La Lima, Cortes, Honduras. USAID-ACCESO - FHIA. 49 p.

López Méndez, O. R. 2002. Manual de producción de plátano basado en la experiencia de Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 51 p.

Tapiero, A., J. Arango, S. Rodríguez, A. Morales, y S. Pulido. 2008. Epidemiología y manejo de enfermedades del cultivo del plátano en el piedemonte llanero. Bogotá, Colombia. CORPOICA. 40 p.

Literatura consultada

Guerrero, M. 2010. Guía técnica del cultivo del plátano. La Libertad, El Salvador. CENTA. 19 p.

Moreno, J., J. Candanoza, y F. Olarte. 2009. Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de plátano de exportación en la región de Urabá. Medellín, Colombia. IMPRESOS. 48 p.

Rosales, F., J. Álvarez y A. Vargas. s.f. Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades, Experiencias de América Latina y el Caribe. Bioversity International. 24 p.

Solórzano Santizo, M. A. 2012. Impacto sobre el rendimiento del cultivo plátano (*Musa paradisiaca* L.) producto de la introducción de la variedad Currare Enano Dominico Harton (AAB, Chifle), en parcelamiento La Blanca, Ocós, San Marcos, en el periodo 2004-2009. Tesis Ing. Agr. Coatepeque, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 47 p.

Tumbaco, A., M. Patiño, J. Tumbaco y S. Ulloa. 2015. Manual del cultivo de plátano para exportación. Ed. Santiago M. Ulloa. Quito, Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. 58 p.

3. Zanahoria (*Daucus carota*)

Requerimientos del cultivo

Clima. Cultivo que prefiere climas templados y semi-templados, presenta óptimo desarrollo en un ambiente con temperaturas de 15 a 18 °C, la temperatura mínima y máxima para su crecimiento adecuado es de 10 °C y 25 °C respectivamente. En el caso de que la temperatura sea inferior a la mínima o sobrepase la máxima recomendada, se reduce el crecimiento radicular y se presentan complicaciones con el color de la raíz. Zonas sobre los 1,500 msnm presentan condiciones climáticas ideales para este cultivo.

Precipitación. En todo el ciclo requiere un abastecimiento de agua que va de 450 a 900 mm.

Suelo. Es recomendable cultivar en suelos sueltos, con buen drenaje y aireados; el pH óptimo es de 5.5 a 7.0., suelos franco arenosos, ricos en materia orgánica colaboran al desarrollo uniforme de la raíz.

Preparación del terreno

Es necesario recalcar la importancia de una preparación completa del terreno previo a la siembra ya que es dificultoso conseguir uniformidad en el producto cosechado, esto hace notar la importancia de efectuar prácticas de laboreo enfocadas en lograr un mullido muy fino de las partículas del suelo para proveer un sustrato con estructura, aireación y drenaje adecuado (Montes 1999).

Previo a la preparación de las camas hay que generar el diseño de las mismas tomando en cuenta la ubicación de las curvas a nivel para trazar la ruta apropiada de las zanjas o acequias que permita evacuar el exceso de agua en épocas lluviosas y reducir la erosión.

El primer paso para la preparación del área de siembra la fracturación del suelo haciendo uso de piocha, se debe considerar 30 cm como la profundidad mínima de laboreo para obtener la altura de al menos 30 cm. “El ancho de la cama puede ser de 1.5 metros de centro a centro donde se pondrán 4 hileras de zanahoria y otra opción es de 1.2 metros donde se pondrán 3 hileras; esto dependerá de la topografía del terreno” (Lardizábal y Theodoracopoulos 2005).

Si se cumple con las dimensiones recomendadas de altura y ancho, serán retribuidos beneficios al cultivo como la mejora del manejo del riego y de la captación de luz, por consiguiente la mejora de temperatura en la zona radicular. Procurar reducir el tamaño de partículas hasta que el suelo este completamente mullido empleando azadón, para finalizar la preparación utilizar rastrillo para nivelar y moldear las camas.

Cobertura o mulch. Esta actividad consiste en cubrir las camas sembradas de zanahoria con distintos materiales con la intención de mejorar la germinación y proteger la semilla de la rápida pérdida de humedad en verano, y del lavado de la semilla por fuertes precipitaciones en invierno, los materiales que se pueden usar son Agribon, zacate, zaran o plástico negro. Es recomendable mantener el plástico durante 2 a 3 días después de la siembra, con el objetivo de uniformizar la germinación y prolongar la protección (Lardizábal y Theodoracopoulos 2005).

Variedades

Bangor. El mercado hondureño acostumbra a consumir esta variedad, los consumidores de esta hortaliza fijan parámetros de calidad como el color, tamaño, grosor y olor. Debido a que su longitud es mayor se recomienda su desarrollo en suelos profundos para evitar por su La raíz es cilíndrica con buen color y uniforme, es un híbrido que se caracteriza por presentar excelente rendimiento debido a su tolerancia a enfermedades causadas por *Alternaria* sp., y *Cercospora* spp., su ciclo completo es de 115 a 120 días.

Bradford. De origen holandés semejante a la variedad bangor, ambas son zanahorias híbridas, pero se diferencian al tener un crecimiento distinto. Bradfor tiene un crecimiento longitudinal menor, pero el grosor de la raíz es mayor, permitiéndole desarrollarse en suelos poco profundos sin dificultad.

Siembra

El periodo de siembra en algunas zonas del trópico es en época seca y en el periodo que va de noviembre a enero precisamente cuando la temperatura está en el nivel más bajo, si el clima es relativamente frío y seco se puede sembrar a lo largo de todo el año.

Generalmente se usan entre 1.0 y 1.2 millones de semillas por hectárea; esto varía de acuerdo al ancho de la cama y el número de hileras. Para fines prácticos se puede usar el parámetro de 30 semillas por metro lineal (Lardizábal y Theodoracopoulos 2005).

El raleo se debe efectuar cuando las plantas tienen de tres a cuatro hojas verdaderas o por lo menos 5 cm de altura, no es conveniente que la altura sobrepase los 10 cm ya que esto promueve la competencia entre plantas (García 2009).

Riego

Previo a la germinación es necesario dotar un riego pesado para mantener la humedad más uniforme en toda la superficie de la cama contribuyendo a la mejora de la germinación de la semilla. Es recomendable utilizar un sistema de riego por goteo ya que presenta ventajas como ahorro de agua y facilidad para la aplicación de fertilizantes. Diferenciándose del riego por aspersión, el cual promueve el desarrollo de enfermedades foliares consecuencia de la aplicación excesiva de agua (Lardizábal y Theodoracopoulos 2005).

Otra ventaja de sistemas del riego por goteo es la facilidad para ejecutar riegos ligeros pero frecuentes. Esto con el propósito de mantener la humedad en la cama constante, y evitar daño como rajaduras en las raíces causados por riegos esporádicos en etapas próximas a cosecha (Montes 1999).

El cálculo de los requerimientos hídricos se efectuó con las condiciones climáticas de la zona, dependiendo de la fecha de siembra, relacionando la duración (días), de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo.

La cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida define el volumen total de agua demandado por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra. Determinando así, las necesidades hídricas en el periodo seco y lluvioso (Cuadro 8).

Cuadro 30. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de zanahoria.

Fecha de siembra	Lote	Requerimiento (m ³)
28/10/2014	2	56
03/03/2015	12	53
10/07/2015	7	89

Fertilización

Cultivo de baja exigencia con respecto a la cantidad total de elementos mayores que demanda para alcanzar rendimientos y parámetros de calidad altos. Es importante recalcar que aunque la exigencia total sea baja, presenta fisiopatías rápidamente al existir exceso o deficiencia de cualquier elemento, principalmente con elementos como el nitrógeno (Shany 2005).

Para optimizar la disponibilidad de nutrientes y mejorar la respuesta a los fertilizantes, es recomendado realizar aplicaciones en bandas separadas 7 cm entre hileras y 10 cm por debajo de la línea de siembra (Montes 1999).

Identificando las etapas de mayor demanda de cada nutriente y de acuerdo a las funciones que cada elemento realiza en la planta, se debe determinar la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en el área cultivada con zanahoria, tomando en cuenta la demanda de cada elemento, referida a un rendimiento específico (Cuadro 9).

Cuadro 31. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de zanahoria.

Cultivo	N	P	K	Ca	Mg
Zanahoria	4.0	0.8	6.0	3.0	0.7

Fuente: Bertsch (2003). Adaptado por los autores.

Determinar el estado de fertilidad del suelo es el primer paso para decidir el tipo de fertilizante que se utilizará, una vez identificado el consumo de cada nutriente y lo que el suelo puede proveer al cultivo, se calcula la cantidad de fertilizante tomando un valor de ajuste para calibrar el consumo y dosificar los productos comerciales (Cuadro 10).

Cuadro 32. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 34 t/ha.

Fertilizantes	kg/ha
Nitrato de amonio	306
Fosfato Mono amónico (MAP)	93
Cloruro de Potasio (KCL)	205
Nitrato de Calcio	149
Sulfato de Magnesio	124

Control de malezas

La zanahoria en su primera fase de desarrollo demuestra un crecimiento tardado, permitiendo que las malezas dominen el cultivo fácilmente ya que su crecimiento es mayor, lo que resalta la importancia de realizar un control efectivo de la maleza. Las malezas de mayor importancia económica en el cultivo de la zanahoria son Gramíneas, *Cyperus rotundus* (Coyolillo), *Portulaca oleracea* (Verdolaga), *Baltimora recta*. (Flor amarilla).

El control cultural y el control mecánico constan como métodos adecuados que se pueden emplear para reducir la población de maleza. Sin embargo el método que presenta mayor efectividad para controlar malezas es emplear agroquímicos, en este caso se puede elegir entre una amplia variedad herbicidas. Cada uno con características distintas, empezando

por el ingrediente activo, dosis recomendada por el fabricante, mecanismo y modo de acción, tipo de maleza que controla y etapa fenológica del cultivo (Lardizábal y Theodoracopoulos, 2005).

Para favorecer la selección del herbicida se aconseja tomar como referencia las observaciones sobre características del producto, los herbicidas que se pueden emplear están compuestos por ingredientes activos como: Glufosinato de amonio, Glifosato, Fluazifop, Clethodim, Linuron, y Metribuzina.

Plagas y enfermedades

Gallina ciega (*Phyllophaga* spp). Es una plaga del suelo, es una larva de coleóptero que ataca diferentes cultivos denominada polífaga. Atacan las semillas, desde que empiezan a germinar, alimentándose de las raíces y tallos de la planta.

Se puede reducir la población de gallina ciega durante la preparación de suelo, se puede matar las larvas, pupas y huevos o al realizar el volteo se expone a la radiación solar. Se recomienda tener control sobre las malezas que pueden ser refugios durante el periodo sin cultivo.

El uso de controladores biológicos como los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, ofrecen buenos resultados cuando son aplicados de forma correcta. Se recomienda aplicarlo en el sistema de riego para que la distribución del agente patógeno sea más uniforme en el bulbo de humedad. El control químico es otra opción disponible, aunque se debe tomar como último recurso evitar el uso de estos por ser productos de alta residualidad y toxicidad. Los insecticidas que pueden ser empleados para el control son Carbofurán o Clorpirifos.

Nematodos (*Meloidogyne* sp). Los nematodos organismos multicelulares, cilíndricos no segmentados, que infestan las raíces del plátano creando galerías y agallas. La especie de mayor importancia es *Radopholus similis*. Nematodo fitoparásito endoparásito migratorio que crea pequeñas galerías en las raíces debilitando a la planta, provee puntos de entrada para infecciones secundarias de hongos y bacterias que terminan por matar a la planta.

Se debe de realizar muestreos de suelo para determinar la población de nematodos que se posee en la parcela. La rotación de cultivo y la siembra de plantas alelopáticas como *Tagetes erecta* y *Brassica alba*. Se debe sembrar semillas seleccionadas, limpias, tratadas y libres de nematodos. El control biológico es una alternativa de control, utilizando hongos *Paecilomyces lilacinus* y *Pochonia chamydosporea*. Los insecticidas que pueden ser empleados para el control son Carbofurán o Clorpirifos.

Babosas (*Vaginilus sp*). Es una plaga de especial cuidado en las épocas de alta precipitación, ya que una infestación alta puede destruir todo el cultivo. La prevención de babosas se realiza utilizando rotaciones de cultivos, evitando y eliminando las malezas de hojas anchas, ya que es el hospedero de esta plaga. Realizar muestreos frecuentes, para determinar la presencia de babosas.

Evitar la acumulación de basura y desechos orgánicos, ya que crea un ambiente ideal para la reproducción de la plaga. Una a dos babosas por cada dos metros cuadrados, es el nivel crítico en donde se debe tomar acciones, como instalar trampas con cebos que contengan molusquicidas. El método para su control es la instalación de cebos a base de Metaldehído u otro producto para su control.

Afidos y Pulgón verde (*Myzus persicae*). Aplicación de insecticidas sistémicos empleando dosis bajas cuando las poblaciones de los insectos son reducidas. Se recomienda hacer rotación de los insecticidas para evitar la resistencia que puede adquirir el insecto, aplicar en horas frescas y asegurar una cobertura total del follaje para obtener beneficios en el control de la plaga. Para el control químico es requerido usar insecticidas de corta residualidad y baja toxicidad como; Acetamiprid, o Amitraz.

Cosecha

La cosecha se realiza manualmente, es necesario cuidar el nivel la humedad en el suelo ya que es un factor determinante en la degradación de la raíz, parte aprovechable de la planta. Se recomienda riegos frecuentes poco pesados, de esta manera evitamos el rajado de la raíz, causa principal del descarte de plantas desarrolladas en su totalidad.

Realizada la cosecha se debe trasladar en cajas a la sombra, evitando la deshidratación acelerada y consecuentemente la disminución de la calidad. Los estándares de calidad para la compra de esta hortaliza son exigentes, sin embargo con la aplicación de prácticas agronómicas adecuadas es posible obtener una cosecha de alta calidad, y un buen precio en el mercado.

Posterior al almacenamiento se recomienda seleccionar y clasificar las raíces por su tamaño, descartando plantas con malformaciones causadas por compactación o por plagas del suelo. Para finalizar con el proceso de cosecha se corta la parte vegetativa de la zanahoria y se refrigera con la intención de bajar la temperatura de campo.

Literatura citada

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

García, M. 2009. El cultivo de Zanahoria. Montevideo, Uruguay. Universidad de la república de Uruguay - Facultad de agronomía - Departamento de producción vegetal. 43 p.

Lardizábal, R., M. Theodoracopoulos. 2005. Manual de Producción de Zanahoria. La Lima, Honduras. FINTRAC 18 p.

Montes, A. 1999. Cultivo de Hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. p 195 – 200

Shany, M. 2005. Manual agrotécnico para el cultivo hortícola intensivo en Nicaragua. Ed. Silvio Castellon. Managua, Nicaragua. IICA. p 22

4. Zapallo o Calabacín (*Cucurbita pepo*)

Requerimientos del cultivo

Clima. Planta de climas cálidos con temperaturas que oscilan los 21 y 32 °C. Respecto a la humedad relativa, los valores adecuados están comprendidos entre el 65 a 80% La altitud mayor a 2,000 msnm puede extender el ciclo de producción (Huertos Urbanos 2014).

Precipitación. Requiere de una precipitación anual de 0 a 1,800 mm/año. Este valor varía según las condiciones climáticas que presente cada región.

Suelo. Se recomienda los suelos francos arenosos, prefiere suelos de textura media, bien drenados y ricos en materia orgánica. En cuanto a pH, el rango favorable es de 6.0 a 6.5 (Huertos Urbanos 2014).

Preparación del terreno

Requiere de preparación del suelo, ya sea el laboreo mecánico o manual. Para facilitar las labores posteriores a la siembra como el control de malezas, riego y prácticas culturales. Las herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad de laboreo son, pala, piocha, azadón y rastrillo.

Se da inicio con la fracturación del suelo, la cual modifica la estructura mediante la reducción del tamaño de los agregados al máximo, esto con el objetivo de proveer condiciones de aireación y drenaje que promuevan el desarrollo de un sistema radicular consistente. Por lo tanto es necesario levantar camas que sigan la curva a nivel establecida para el lote y que se encuentren distanciadas a 1,5 metros entre sí, con altura mínima de 30 cm.

Cobertura o mulch. Mantiene la humedad superficial, evita el lavado de las semillas por las fuertes lluvia, contribuye a baja población de malezas y conserva la uniformidad de la germinación. Se recomienda el uso de zacate o restos de cultivo que se produce en la parcela como restos de la poda de barreras vivas de la valeriana.

Siembra

El periodo de siembra va de octubre a mayo, siendo la siembra directa el más recomendado, la semilla debe ser de alta calidad y tratada para evitar el ataque de enfermedades o plagas del suelo.

Si la siembra es directa se recomienda colocar la semilla a una profundidad de 3 cm, El distanciamiento de siembra es de 30 o 60 cm entre planta y 1.5 m entre hileras, la resiembra se realiza 6 días después de sembrado para llenar los espacios de semillas no germinadas o de plántulas que presentan deformidades.

Riego

Los requerimientos hídricos del zapallo son de 500 a 600 mm por ciclo. Los periodos de demanda crítica del cultivo es después de la siembra hasta la emergencia, antes y durante la floración y durante la formación de frutos. Aunque la demanda hídrica es alta, es sensible al exceso de agua, los altos niveles de humedad favorecen el desarrollo de enfermedades, se recomienda realizar riegos ligeros pero frecuentes, empleando riego por goteo para mejor distribución del agua.

El cálculo de los requerimientos hídricos se efectuó con las condiciones climáticas de la zona, dependiendo de la fecha de siembra, relacionando la duración (días), de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo.

La cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida define el volumen total de agua demandado por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra. Determinando así, las necesidades hídricas en el periodo seco y lluvioso. (Cuadro 11).

Cuadro 33. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de zapallo.

Fecha de siembra	Lote	Requerimiento (m ³)
09/09/2014	2	62
11/02/2015	5	42
29/06/2015	3	92

Fertilización

Se recomienda realizar la fertilización incorporado al momento de la preparación de las camas 2 o 3 días antes de la siembra, al momento de la siembra en bandas de 5 a 10 cm de distancia de la semilla o 5 cm bajo la línea de siembra. Los fertilizantes nitrogenados se aplican 15 o 30 días después de la emergencia.

Identificando las etapas de mayor demanda de cada nutriente y de acuerdo a las funciones que cada elemento realiza en la planta, se debe determinar la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en el área cultivada con zapallo tomando en cuenta la demanda de cada elemento, referida a un rendimiento específico (Cuadro 12).

Cuadro 34. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de zapallo.

Cultivo	N	P	K	Ca	Mg
Zapallo	4.2	0.6	6.0	9.8	0.8

Fuente: Bertsch (2003). Adaptado por los autores.

Determinar el estado de fertilidad del suelo es el primer paso para decidir el tipo de fertilizante que se utilizará, una vez identificado el consumo de cada nutriente y lo que el suelo puede proveer al cultivo, se calcula la cantidad de fertilizante tomando un valor de ajuste para calibrar el consumo y dosificar los productos comerciales (Cuadro 13).

Cuadro 35. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 16 t/ha.

Fertilizantes	kg/ha
Fosfato Mono amónico (MAP)	33
Cloruro de Potasio (KCL)	97
Nitrato de Calcio	208
Sulfato de Magnesio	108

Control de malezas

Es necesario llevar un riguroso control de malezas en las primeras etapas del cultivo especialmente en la etapa de crecimiento ya que las malezas compiten por agua, nutrientes y luz. El control mecánico de malezas se utiliza herramientas tradicionales como el machete y azadón, si las camas están cubiertas con mulch es necesario hacerlo manualmente, esta práctica también influye en el tipo de herbicida que se usará. Es posible utilizar el control químico con herbicidas preemergentes y posembrantes, como Pendimetalina, Fluazifop, Paraquat u otros productos que cumplen la misma función.

Plagas y enfermedades

Afidos y Mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Insectos chupadores que succionan la savia, importantes causa de estar catalogados como los principales vectores de Virus persistentes y no persistentes. Utilizar variedades resistentes, barreras vivas, limpieza de los alrededores, eliminar malezas de hoja ancha, y plantas viroticas, sembrar a densidades altas y usar mulch plástico aluminado o plateado. La ejecución de las prácticas mencionadas contribuye a repeler este tipo de insectos.

Como método de control químico se realiza la aplicación de insecticidas sistémicos empleando dosis bajas cuando las poblaciones de los insectos son reducidas. Se recomienda hacer rotación de los insecticidas para evitar la resistencia que puede adquirir el insecto, aplicar en horas frescas y asegurar una cobertura total del follaje para obtener beneficios en el control de la plaga. Es necesario disponer insecticidas de corta residualidad y baja toxicidad, como (Acetamiprid o Imidacloprid.)

Tortuguilla (*Diabrotica* spp). El adulto ataca en las primeras etapas de desarrollo del cultivo donde se alimenta de las hojas cotiledonales y de las primeras hojas verdaderas, causando una defoliación total si la población del insecto es alta. Además se alimenta de las flores, pero el daño no es significativo.

Su importancia recae en que es un vector de virus no persistentes como el Virus del Mosaico del zapallo (SqMV) también es vector importante de enfermedades bacterianas causantes de marchitez. El nivel crítico es del 30% de las plantas muestreadas tienen el insecto. Para conocer dicho valor se debe muestrear una o dos veces por semana.

Cosecha

La duración del cultivo desde la siembra hasta su recolección es de 3 a 4 meses La recolección de los frutos se efectúa antes de que los frutos se desarrollen por completo, con el fin de que el fruto no madure ya que se caracteriza por consumirse fresco. El punto de cosecha se identifica por el tamaño y longitud que posean los frutos, aproximadamente con 15 cm de longitud y un peso de 200 gramos cada uno se puede comenzar con una recolección escalonada, cortando el fruto y dejando el pedúnculo con una longitud de 2 cm (Moreno 2014).

Literatura citada

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

Moreno, A. 2014. Guía de cultivo para huertos urbanos (en línea). Consultado 2 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.dival.es/sites/default/files/medio-ambiente/Estudio2.pdf>

Literatura consultada

Lardizábal, R. y M. Theodoracopoulos, 2004. Manual de Producción de Zucchini. La Lima, Honduras. FINTRAC - CDA. 39 p.

Montes, A. 1999. Cultivo de Hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. p 201 – 208

SEP 1981. Manuales para educación agropecuaria: Cucurbitáceas. México D.F., México, Editorial Trillas. 56 p.

5. Remolacha (*Beta vulgaris*)

Requerimientos del cultivo

Clima. Es una hortaliza de clima frío que se adapta al trópico, aunque esto afecte el color del disminuyendo su intensidad. A temperaturas menores de 10 °C durante dos semanas, induce a la floración prematura, lo cual no es deseable porque reduce el tamaño de la reserva en el hipocotilo (reserva de carbohidratos en la remolacha, no se acumula en la raíz). Las temperaturas óptimas de producción están entre 15 a 18 °C.

Suelo. Requiere de suelos livianos sueltos de textura media (franco, franco arenosos), con un pH óptimo de 6.5 a 7.5., se deben evitar suelos de textura arcillosa ya que dificultan el desarrollo radicular.

Preparación del terreno

Se requiere de una buena preparación del suelo, esto para facilitar las labores de posteriores a la siembra como control de malezas, riego y prácticas culturales. Las herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad son palas, piochas, azadones y rastrillos. La actividad de laboreo debe empezar rompiendo las capas compactas del suelo con piocha, dejando el suelo bien mullido, la profundidad de laboreo debe ser de 30 a 40 cm.

Se procede a levantar la cama para siembra siguiendo la curva a nivel establecida para el lote, la altura de la cama debe ser de 40 a 50 cm y la distancia entre camas de 1.5 m. Las camas altas y niveladas proveen mejor drenaje, aireación y aumentar el desarrollo radicular.

Variedades

Cuadro 36. Variedades de remolacha y su clasificación según el tipo de crecimiento radicular y las características que presentan.

Variedad	Tipo de crecimiento	Descripción
Detroit Dark Red	Redondo	Color rojo oscuro a morado, muy dulce, se puede cosechar a los 60 días.
Early Queen	Redondo	Color rojo oscuro externamente y rojo claro internamente, las hojas son cortas.
Early Wonder	Redondo – achatado	Follaje alto, color rojo oscuro
Long Dark Blood	Alargado	Color morado o rojizo, la forma es similar a la de una zanahoria.

Fuente: Morales Payán (1995). Adaptado por los autores.

Siembra

La siembra de remolacha se puede realizar durante todo el año. Seleccionar semillas certificadas, con tratamientos de semillas con insecticidas y fungicidas. Se realiza siembra directa ya que las raíces se desarrollan más lisas. La profundidad de siembra no debe superar el doble del tamaño de la semilla, aproximadamente 2 cm.

El distanciamiento utilizado es de doble hilera por cama con una separación de 20 a 30 cm entre hileras y 10 a 15 cm entre plantas. Si la siembra se hace a chorrillo es necesario realizar el raleo para evitar la competencia entre las plantas, esta labor se realiza cuando las plántulas alcanzan una altura de 5 cm aproximadamente.

Riego

Para que el cultivo pueda expresar todo su potencial genético se deben suplir sus requerimientos hídricos. Utilizando el sistema de riego por goteo se puede mantener la humedad a capacidad de campo, se debe evitar el encharcamiento ya que aumenta la posibilidad de contraer enfermedades o daños como rajadura en la raíz

El cálculo de los requerimientos hídricos se efectuó con las condiciones climáticas de la zona, dependiendo de la fecha de siembra, relacionando la duración (días), de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo.

La cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida define el volumen total de agua demandado por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra. Determinando así, las necesidades hídricas en el periodo seco y lluvioso. (Cuadro 15).

Cuadro 37. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de remolacha.

Fecha de siembra	Lote	Requerimiento (m³)
24/11/2014	3	55
03/03/2015	1	36
12/05/2015	3	61
26/08/2015	1	20

Fertilización

Cultivo de baja exigencia con respecto a la cantidad total de elementos mayores que demanda para alcanzar rendimientos y parámetros de calidad altos. Se recomienda aplicar la mitad de la dosis del fertilizante nitrogenado al momento de la siembra y el resto aplicarlo cuando la planta tenga de 10 a 15 cm de altura (Shany 2005).

Identificando las etapas de mayor demanda de cada nutriente y de acuerdo a las funciones que cada elemento realiza en la planta, se debe determinar la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en el área cultivada con remolacha tomando en cuenta la demanda de cada elemento, referida a un rendimiento específico (Cuadro 16).

Cuadro 38. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de remolacha.

Cultivo	N	P	K	Ca	Mg
Remolacha	6.0	0.7	8.0	3.0	1.0

Fuente: Bertsch (2003). Adaptado por los autores.

Determinar el estado de fertilidad del suelo es el primer paso para decidir el tipo de fertilizante que se utilizará, una vez identificado el consumo de cada nutriente y lo que el suelo puede proveer al cultivo, se calcula la cantidad de fertilizante tomando un valor de ajuste para calibrar el consumo y dosificar los productos comerciales (Cuadro 17).

Cuadro 39. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 18 t/ha.

Fertilizantes	kg/ha
Nitrato de amonio	275
Fosfato Mono amónico (MAP)	43
Cloruro de Potasio (KCL)	145
Nitrato de Calcio	72
Sulfato de Magnesio	94

Control de malezas

Las malezas compiten por espacio, agua y nutrientes con el cultivo; ya que la remolacha es de porte bajo, puede ser arropada por malezas fácilmente por lo que el control de las mismas es crucial para el óptimo desarrollo del cultivo. Es recomendable que las malezas sean eliminadas antes de que tengan 5 hojas verdaderas.

El control por lo general se hace manualmente utilizando azadón, machete o manualmente para arrancar de raíz las malezas. Para el control químico existen diversos productos pre-emergentes compuestos de ingredientes activos (Metolaclor, Linuron y Oxifluorfen)

Se recomienda usar graminicidas para el control postemergente y se puede aplicar glifosato siempre y cuando no se le aplique al cultivo. En total se recomienda realizar de 2 a 4 desmalezados (mecánico o químico) en todo el ciclo de la remolacha.

Plagas y enfermedades

Áfidos. Hemíptero chupador que ataca las hojas del cultivo causando heridas las cuales pueden ser entrada de otras enfermedades, los ataques más fuertes ocurren durante la época seca del año. El control puede realizar con métodos culturales como rotación de cultivos para afectar su ciclo reproductivo y consecuentemente se reduzca la población.

También se deben eliminar malezas hospederas de estos insectos. Para el control químico se pueden utilizar productos como Endosulfan o Metamidofós. Para aplicar control biológico se debe favorecer la proliferación de insectos de los géneros *Crysopa*, *Adalia* y *Crysoperla*.

Ácaro rojo. Se alimenta de la savia de las hojas, el ataque causa cambios en la coloración del follaje a un tono grisáceo y posteriormente se marchitan las hojas. Estas arañas atacan durante la época seca y prefieren las partes más jóvenes de la planta ya que son las más fáciles de consumir. Se pueden controlar utilizando productos químicos como Dicofol, Oxamil y Metamidofós.

Nemátodos. (*Meloidogyne* spp), (*Heterorodera* spp) y (*Globodera* spp). Los principales causantes de nódulos o quistes en las raíces de la remolacha. El ataque puede provocar desde una disminución drástica del rendimiento y de la calidad hasta la destrucción total de los pelos absorbentes y matar al cultivo.

Para controlar a los nematodos pueden realizarse aplicaciones químicas al suelo pero es una práctica costosa. Para prevenir la incidencia de esta plaga se recomienda arar el suelo a 40 cm para que así los nematodos mueran por el calor y la exposición a la radiación solar. Como práctica cultural se recomienda rotar el cultivo con gramíneas durante 2 ó 3 años para disminuir la población.

Mancha de la hoja. Es causada por (*Cercospora beticola*), hongo capaz atacar cualquier parte aérea de la planta y provoca la formación de manchas marrones circulares en las hojas. Para evitar el ataque de esta enfermedad se deben eliminar los residuos de la cosecha así como rotar el cultivo con uno que no sea susceptible a este hongo. Se deben manejar adecuadamente la desinfección de las herramientas, del personal y también la calidad de la semilla ya que estos tres factores son los que diseminan mayormente al hongo.

Es importante reconocer que una buena fertilización ayuda a resistir ataques de hongos. Para obtener mejoras en control se recomienda utilizar fungicidas a base de Benomil o Carbendazima de manera foliar cada 2 ó 3 semanas rotando los productos

Mildiu algodonoso. También afecta la parte aérea de la planta, es causada por (*Peronospora farinosa*) causa manchas verdes o amarillentas en el haz hoja con un crecimiento blanco y algodonoso en el envés de la hoja. El hongo se desarrolla mejor bajo condiciones de alta humedad relativa y temperaturas bajas. El control recomendado es similar al utilizado contra *Cercospora*.

Bacterias. Las principales bacterias que atacan al cultivo son del género *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia* y *Streptomyces*. Causan pudriciones de la raíz, malformaciones, agallas, necrosis y lesiones internas y externas de la parte aprovechable de la planta. Requieren de alta humedad relativa y altas temperaturas para su proliferación, deficiencias de boro también pueden propiciar su desarrollo. Se recomiendan aplicaciones preventivas con hidróxido de cobre

Cosecha

La cosecha la determina el agricultor en cuanto el tamaño alcanzado sea el necesario para lo que exige el mercado. Debido a que no todas las raíces tendrán el tamaño esperado en el mismo momento, es normal realizar varias recolecciones en el mismo lote. Dependiendo del manejo que se le haya dado al cultivo, la remolacha puede estar lista para cosecha entre 75 y 100 días después de la siembra.

Literatura citada

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

Morales Payán, J. P. 1995. Cultivo de remolacha. Santo Domingo, República Dominicana. Fundación de Desarrollo Agropecuario. 22:25 p

Shany, M. 2005. Manual agrotécnico para el cultivo hortícola intensivo en Nicaragua. Ed. Silvio, Castellon. Managua, Nicaragua. IICA. p 22

Literatura consultada

Department of Agriculture, Forestry and Fisheries s.f. Production guidelines for beetroot. Pretoria, South África. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. 9 p.

Giaconi, V. y M. Escaff 1998. Cultivo de hortalizas. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 336 p.

Montes, A. 1999. Cultivo de hortalizas en el trópico. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. p 150-154.

Quintero, J. J. 1984. Cultivo extensivo de la remolacha de mesa. Madrid, España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 18:16 p.

Zoppolo, R., Faroppa, S., Bellenda, B. y M. García 2008. Alimentos en la huerta guía para la producción y consumo saludable. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. 208 p.

6. Cebolla (*Allium cepa*)

Requerimientos del cultivo

Clima. Se adapta a diferentes tipos de climas, los cuales pueden ser cálidos, templados o fríos. Sin embargo la temperatura óptima para su desarrollo es de los 18 a 25 °C. Debajo de los 18 °C, no se desarrollan bien los bulbos, únicamente demuestran crecimiento vegetativo especialmente el tallo.

En cuanto a la altitud; presenta mejores producciones en altitudes arriba de 900msnm pero se desarrolla sin problemas desde los 35 hasta los 2,000 msnm. (Moreira y Hurtado 2003). Zonas ideales para la producción de cebolla tienen 50 a 70% de humedad relativa, valores mayores a estos tienen incidencia en el desarrollo de enfermedades foliares de tipo fungosas (Moreira y Hurtado 2003).

Precipitación. No tolera el exceso de agua, por lo cual las zonas de producción deben presentar una precipitación entre los 500 a 1,200 mm/año.

Suelo. De preferencia suelos francos, franco arenosos o franco limosos, aunque puede desarrollarse en suelos de textura franco arcillosos con menos de 35% de arcilla. Los suelos que no presentan problemas de encharcamiento contribuyen a disminuir las lesiones a los bulbos, En cuanto al pH del suelo, el cultivo de la cebolla se desarrolla mejor en un pH 6.0 a 7.0

Semilla

Es necesario verificar que la variedad que se utiliza esté en función al fotoperiodo (cantidad de horas luz en un día), se clasifican las variedades para cada fotoperiodo a modo que, las de días cortos son para fotoperiodos de 10 a 12 horas luz, las de día intermedio de 12 a 13 horas luz, fotoperiodos con más de 14 horas luz son para variedades de día largo (Mata, *et. al.* 2011).

El fotoperiodo está en función de la latitud y tiene influencia sobre la formación de los bulbos, comúnmente las variedades más utilizadas son las de día corto, ya que se adaptan fácilmente a la latitud en que se ubica el país (Mata, *et. al.* 2011).

Preparación del terreno

La preparación del terreno se debe realizar entre 30 y 45 días antes de la fecha estipulada de trasplante, las camas deben tener una altura de 20 a 30 cm.

Siembra y trasplante

La fecha de siembra puede durante todo el año pero tradicionalmente se realiza desde el mes de diciembre hasta junio. Para el establecimiento del cultivo se puede utilizar el método de siembra directa o por trasplante.

El método más usado para la producción de plántulas es preparar semilleros o almácigos. La dimensión de los semilleros debe ser de un metro de ancho y de 15 a 20 cm de altura. Para mantener protegidos los semilleros durante la época lluviosa es necesario construir estructuras con cobertura plástica en forma de túnel. La cobertura contribuye a la reducción de las pérdidas de semilla por lavado del suelo y a limitan la entrada de animales.

El trasplante se realiza generalmente entre los 30 y 45 días de la edad del semillero. La plántula que se trasplanta debe ser vigorosa y libre de enfermedades, desechando las plantas débiles y enfermas a través de un proceso de selección.

Riego

Los cambios bruscos de humedad pueden ocasionar daño al bulbo por su agrietamiento, para disminuir este tipo de daño se recomienda mantener una humedad constante en los primeros 40 cm del suelo. Es necesario reducir paulatinamente el riego para lograr el secado de la planta, posterior a su cosecha. (Moreno 2014).

El cálculo de los requerimientos hídricos se efectuó con las condiciones climáticas de la zona, dependiendo de la fecha de siembra, relacionando la duración (días), de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo.

La cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida define el volumen total de agua demandado por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra. Determinando así, las necesidades hídricas en el periodo seco y lluvioso. (Cuadro 18).

Cuadro 40. Necesidades hídricas por ciclo del cultivo de cebolla.

Fecha de siembra	Lote	Requerimiento (m ³)
11/11/2014	3	61
12/03/2015	3	80
22/06/2015	2	55
09/08/2015	10	28

Fertilización

Es un cultivo de exigencia media, con respecto a la cantidad total de elementos mayores que demanda a lo largo de su desarrollo (Shany 2005). Identificando las etapas de mayor demanda de cada nutriente y de acuerdo a las funciones que cada elemento realiza en la planta, se debe determinar la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en el área cultivada con cebolla tomando en cuenta la demanda de cada elemento, referida a un rendimiento específico (Cuadro 19).

Cuadro 41. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de cebolla.

Cultivo	N	P	K	Ca	Mg
Cebolla	3.0	0.5	4.0	1.5	0.1

Fuente: Bertsch (2003). Adaptado por los autores.

Determinar el estado de fertilidad del suelo es el primer paso para decidir el tipo de fertilizante que se utilizará, una vez identificado el consumo de cada nutriente y lo que el suelo puede proveer al cultivo, se calcula la cantidad de fertilizante tomando un valor de ajuste para calibrar el consumo y dosificar los productos comerciales (Cuadro 20).

Cuadro 42. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 34 t/ha.

Fertilizantes	kg/ha
Nitrato de amonio	254
Fosfato monoamónico (MAP)	58
Cloruro de Potasio (KCL)	137
Nitrato de Calcio	68
Sulfato de Magnesio	18

Control de malezas

Es necesario llevar un control de malezas en las primeras etapas del cultivo especialmente en la etapa de crecimiento ya que las malezas compiten por agua, nutrientes y luz. El control mecánico de malezas se utiliza un control manual removiendo las malezas que se encuentran en la cama, arrancando desde la raíz para evitar el rebrote.

Para favorecer la selección del herbicida se aconseja tomar como referencia las observaciones sobre características del producto, los herbicidas que se pueden emplear son: Glufosinato de amonio, Glifosato, Fluzifop, Clethodim, Linuron, y Metribuzina.

Plagas y enfermedades

Es importante conocer las plagas y enfermedades que tienen mayor incidencia en atacar el cultivo y las características de cada una, permite identificar el producto a utilizar así como el manejo de la rotación de los pesticidas, con el fin de evitar el desarrollo de resistencia de las plagas.

Trips (*Thrips tabaci*). Considerada como una de las principales plagas de la cebolla por ser un insecto con amplia distribución mundial ya que generalmente se presenta en todos los lugares donde se cultiva cebolla (Lanati 1997).

Se trata de un insecto que varía su coloración de acuerdo a la etapa de desarrollo en la que se encuentre, las ninfas son de color amarillo con una tonalidad pálida, con un tamaño de 0.5 a 1.2 mm y no cuentan con alas, a diferencia de los adultos que su color es amarillo de tonalidad oscura, pueden medir hasta 2 mm y cuentan con alas funcionales que les permiten trasladarse (Lardizábal 2007).

En plantas afectadas el área foliar que presenta daños se tornan de un color blanco o plateado y concluye con la marchitez de la hoja, además el tamaño del bulbo es reducido y su maduración es acelerada en comparación de plantas que no han sido atacadas (Laguna y Lopez 2004).

Su presencia está ligada a la incidencia del hongo *Alternaria porri* (Marcía, 2014). Resultado de que las lesiones que produce al alimentarse, también se favorecen infecciones por *Botrytis squamosa* (Lanati 1997).

Para que el control de esta plaga sea efectivo es necesario realizar muestreos con frecuencia, el nivel crítico recomendado es el 20% de las plantas infestadas del número de plantas muestreadas. Para asegurar la reducción de la población del insecto se pueden manejar varios productos químicos, únicamente hay que asegurar que el insecticida llegue a la base de la planta, lugar donde emergen las hojas (Laguna y Lopez 2004).

Para el manejo de esta y otras plagas habituales en el cultivo tomar como referencia las recomendaciones sobre los productos que se pueden emplear (Cuadro 21).

Cuadro 43. Insecticidas utilizados para el manejo de plagas en el cultivo de la cebolla.

Producto	Ingrediente activo	Agente que controla
Malathion®	Malathion	<i>Thrips tabaci</i>
Pegasus®	Diafentiuon	<i>Tetranychus urticae</i>
Intrepid®	Methoxyfenozide	<i>Spodoptera sp.</i>

Fuente: Marcía (2014). Adaptado por los autores.

Mildiú Velloso. Una de las principales enfermedades que ataca la cebolla es el Mildiú Velloso *Peronospora sparsa* para su control se recomiendan aplicaciones preventivas de productos químicos Antracol® o Mancozeb®, también se pueden emplear productos sistémicos como Ridomil Gold® y Silvacur® (Shany 2005).

Una variedad de productos pueden emplearse para el manejo de agentes causales de enfermedades de tipo fungosas, los cuales son detallados por las características del producto y agente que controla (Cuadro 22).

Cuadro 44. Productos utilizados para el manejo de hongos y bacterias en el cultivo de cebolla.

Producto	Ingrediente activo	Agente que controla
Silvacur®	Tebuconazol	<i>Botrytis Alternaria</i>
Mega cobro®	Sulfato de cobre	Bacterias
Bravo®	Clorotalonino	<i>Alternaria porri</i>

Fuente: Marcía (2014). Adaptado por los autores.

Cosecha

La cosecha se realiza a mano cuando por lo menos dos de las hojas exteriores están secas y el bulbo está lo suficientemente maduro, aproximada de 3 a 4 meses después del trasplante. Un criterio práctico para identificar el momento preciso de la cosecha es que por lo menos el 50% de las plantas establecidas se encuentran con su tallo doblado, es necesario verificar que la época de lluvia no coincida con la época de cosecha (Moreno 2014).

Las condiciones que definen el punto de cosecha varían según la variedad utilizada, causa de las características típicas que presentan como tamaño, forma, y color. Para lograr realizar la programación de la cosecha hay que tomar en consideración que las variedades con bulbo de color amarillo los días a cosecha fluctúan desde 90 a 105

Literatura citada

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

Laguna, T., J. Lopez. 2004. Guía MIP en el cultivo de la cebolla. Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 30 p.

Lanati, S. 1997. Manual del cultivo de la cebolla. *In* Galmarini (ed) Plagas. INTA Centro Regional Cuyo. Argentina. P 83-90.

Lardizábal, R. 2007. Manual de producción del cultivo de la cebolla. La Lima, Honduras. MCA-Honduras - EDA. 33 p.

Marcía, J. 2014. Evaluación y desempeño de veintitrés cultivares de cebollas amarillas y rojas de días cortos en época seca. *In*: FHIA, Informe Técnico 2013, Programa de Hortalizas, La Lima, Cortés, Honduras. p 132- 150.

Mata, H., J. Patishtán, E. Vázquez, y M. Ramírez. 2011. Fertirrigación del cultivo de cebolla con riego por goteo en el sur de Tamaulipas. Libro Técnico No. 5. INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas. Cuauhtémoc, México. p 158.

Moreira, A., G. Hurtado. 2003. Cultivo de la cebolla. Guía técnica No. 5. CENTA, San Andrés, La Libertad, El Salvador. p 27

Moreno, A. 2014. Guía de cultivo para huertos urbanos (en línea). Consultado 2 de septiembre de 2015. Disponible en <http://www.dival.es/sites/default/files/medio-ambiente/Estudio2.pdf>

Shany, M. 2005. Manual agrotécnico para el cultivo hortícola intensivo en Nicaragua. Ed. Silvio Castellon. Managua, Nicaragua. IICA. p 22

7. Café (*Coffea arabica* L.)

Requerimientos del cultivo

Clima. Es un cultivo que requiere de un clima fresco y húmedo, zonas que presentan una temperatura promedio anual entre los 20 y 25 °C. Favorecen el desarrollo óptimo del cultivo, temperaturas menores de 15 °C son la causa que las plantas presenten crecimiento lento y alteraciones fisiológicas como el achaparramiento, quema de brotes y de hojas, y consecuentemente la reducción de la producción obtenida. Las temperaturas por encima de los 30 °C; la planta presenta un rápido crecimiento, precocidad, agotamiento prematuro, marchitez y finalmente la muerte de la planta (Pineda 2001).

Las fincas de café se establecen preferiblemente entre los 600 msnm y 1,500 msnm, altitudes por debajo del límite inferior incurrir en una mayor incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo, altitudes mayores al límite superior provocan un aumento en la incidencia de enfermedades de tipo fungosas.

Precipitación. Precipitaciones bien distribuidas a lo largo del año situado en un rango de 1,200 a 2,000 mm contribuyen al desarrollo adecuado del cultivo. La planta puede presentar una serie de problemas causados por precipitaciones que se alejan del rango recomendado.

Suelo. Se recomiendan texturas francas, franco arcilloso, franco arenosos, con alto contenido de materia orgánica, profundos y con buenas condiciones de drenaje. Esto con el fin de garantizar que no se restrinja el crecimiento radicular y por lo tanto el desarrollo de la planta. Los suelos apropiados para este cultivo poseen una profundidad mínima de 90 cm, el pH adecuado esta entre 5.0 a 5.5 en estos rangos el desarrollo radicular no se ve afectado.

Preparación del terreno

El café por lo general se siembra en laderas o terrenos con pendientes pronunciadas. Se deben realizar la siembra siguiendo curvas a nivel o sembrar perpendicularmente a la pendiente. La profundidad a la que una raíz principal de café puede llegar es aproximadamente 1.5m. Sin embargo, la zona de absorción más significativa está en los primeros 60cm del suelo.

El café es susceptible a encharcamiento o anegación de agua por lo que un sistema de drenaje es crucial para evitar posibles enfermedades a la raíz. La densidad de siembra se determina según la población esperada y el cultivar o variedad a utilizar.

Variedades

Las variedades de café utilizadas en Honduras son tradicionales, requieren de un manejo preciso ya que son más susceptibles a plagas y enfermedades. Las variedades más utilizadas se dividen en dos grupos, dependiendo del tamaño característico de la misma, (alto o bajo) pero únicamente se emplea la especie *C. arabica*. Las tres variedades más cultivadas de porte alto en el país son Typica, Bourbon y Mundo Novo. Por otra parte los cultivares de porte bajo de las variedades Caturra, Pacas, Villa Sarchí, Catuai, Lempira e IHCAFE-90.

Lempira. Es un cruce entre la variedad Caturra × híbrido de Timor, de porte bajo y entrenudos cortos, de alta precocidad y buena productividad, se destaca por adaptarse adecuadamente a siembras de alta densidad (entre 7,500 y 10,000 plantas /ha). Presenta un buen comportamiento si la altura del lugar donde se encuentra, está entre los 800 a 1,400 msnm.

Es recomendable que la variedad seleccionada a sembrar, este en función de las plagas y enfermedades especificasen la zona, así como de la altura a la que se está desarrollando el café. En la parcela de conservación de suelos se emplea esta variedad, razón por la que es la única que se describe.

Siembra y trasplante

Se identifican seis fases en el ciclo de vida del cultivo, de germinación a trasplante (2 a 3 meses), almácigo (5 a 6 meses), trasplante hasta primera floración (11 meses), crecimiento vegetativo, crecimiento reproductivo y finaliza con senescencia.

Tomando como ejemplo una plantación ya establecida se deben manejar únicamente las etapas de crecimiento vegetativo y reproductivo, distintos al suceder durante periodos alternos en un año de vida. Por lo tanto el primer año fenológico se compone de la primera fase, en donde se forman yemas axilares y material vegetativo, durante la segunda fase ocurre la inducción, crecimiento y latencia de yemas florales. Es necesario resaltar que simultaneo al acontecimiento de las fases descritas, el crecimiento vegetativo se produce durante todo el año pero es mayor en los periodos de lluvias.

En el segundo año fenológico el cafeto inicia con la floración, cuajamiento y crecimiento de los frutos, sucesos que se dan en la tercera fase de desarrollo, seguidamente en la cuarta fase el granado de los frutos, la maduración de los frutos en la quinta fase y por último en la sexta fase el reposo y senescencia de las ramas.

Las fases descritas conforman el periodo reproductivo, pero de igual manera la planta mantuvo un crecimiento vegetativo. Pero con la diferencia de un enfoque con menos intensidad de desarrollo vegetal.

Para la siembra del cultivo se recomienda hacerlo en la época entre los meses de septiembre a noviembre, utilizando plántulas entre 6 – 10 meses de edad y variedades que se adapten a la zona.

Para realizar el hoyado se considera apropiado dimensiones entre 25 cm a 30 cm. de profundidad y 20 cm de diámetro, es necesario tomar en cuenta las variaciones que se pueden presentar según el tamaño del pilón de la planta. Las dimensiones de siembra depende de la variedad a usar y el tipo de manejo que se le proporcionará a la plantación, por lo general la mayoría de producciones en Honduras utilizan un distanciamiento de 2 metros entre surco y 1 metro entre planta obteniendo una densidad de 5,000 plantas por hectárea.

Riego

Los requerimientos hídricos de los cultivos perennes como el café se caracterizan por la utilización de inducciones a estrés hídrico para fomentar el desarrollo de yemas florales. Sin embargo, el manejo inadecuado de los intervalos de estrés puede llevar a una reducción en el tamaño de los frutos o a una pérdida de las flores.

El cálculo de los requerimientos hídricos se efectuó con las condiciones climáticas de la zona, dependiendo de la fecha de siembra, relacionando la duración en días, de cada etapa fenológica, duración del ciclo de vida del cultivo, valores promedio de ETo diarios y coeficientes del cultivo.

La cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración o ETc diaria, mensual, por etapa y ciclo de vida define el volumen total de agua demandado por ciclo y para el número total de ciclos al año con distintas fechas de siembra. Determinando así, las necesidades hídricas a lo largo del año (Cuadro 23).

Cuadro 45. Necesidades hídricas en un año del cultivo de café.

Fecha de siembra	Lote	Requerimiento (m³)
22/01/2014	13	705

Este valor sobre el requerimiento hídrico del cultivo puede variar, según la época del año, se recomienda tomar como el volumen mínimo que se debe suplir al cultivo ya que es un cultivo que está sembrado simultáneamente al cultivo que ofrece sombra, en este caso se utiliza plátano como sombra temporal.

Fertilización

La fertilización en el café se realiza basándose en las fases de desarrollo, las cuales se distinguen según el tiempo de duración de dicha fase. El manejo y el ambiente son condiciones que afectan la cantidad de días que tardará en cada fase. Se debe tomar en cuenta que los nutrientes se absorben por los pelos absorbentes, los cuales, según la calidad del terreno, se sitúan en mayor concentración en los primeros 30 a 60 cm de profundidad.

Identificando las etapas de mayor demanda de cada nutriente y de acuerdo a las funciones que cada elemento realiza en la planta, se debe determinar la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en el área cultivada con café tomando en cuenta la demanda de cada elemento, referida a un rendimiento específico (Cuadro 24).

Cuadro 46. Nutrientes necesarios en kilogramos para un rendimiento de una tonelada de café.

Cultivo	N	P	K	Ca	Mg
Café	5.0	0.4	6.0	1.0	0.5

Fuente: Bertsch (2003). Adaptado por los autores.

Determinar el estado de fertilidad del suelo es el primer paso para decidir el tipo de fertilizante que se utilizará, una vez identificado el consumo de cada nutriente y lo que el suelo puede proveer al cultivo, se calcula la cantidad de fertilizante tomando un valor de ajuste para calibrar el consumo y dosificar los productos comerciales (Cuadro 25).

Cuadro 47. Dosis de fertilizante comercial expresada en kilogramos por hectárea, para una producción esperada de 1 t/ha.

Fertilizantes	kg/ha
Nitrato de amonio	14
Fosfato monoamónico (MAP)	2
Cloruro de Potasio (KCL)	6
Nitrato de Calcio	1.3
Sulfato de Magnesio	3

Control de malezas

Un manejo y mantenimiento adecuado de la sombra del cafetal contribuye en el control de malezas, eliminando el 40% de las malas hierbas. Se recomienda realizar desmalezados previos a la siembra ya sea por método mecánico, manual o con productos químicos.

Durante los primeros días de desarrollo del café, se requiere desmalezar para evitar que exista competencia, reduciendo el desarrollo del cultivo. Posteriormente, cuando las plantas de sombra cubren la mayoría del área del suelo, la población de malezas se reduce y son necesarios controles esporádicos según la población de malezas y daño causando.

Plagas y enfermedades

Gallina Ciega (*Phyllophaga* spp). Coleóptero que causa daños en su estadio larval. Esta plaga ataca mayormente en la temporada de lluvia. La larva se alimenta de la corteza de las raíces lo que crea una entrada a organismos patógenos. Una planta bajo el ataque de esta plaga muestra reducción en el crecimiento y una baja producción.

Para reducir la población se recomienda utilizar trampas con luz para capturar los insectos adultos. Normalmente no se utiliza control químico para controlar esta plaga, pero si los niveles de infestación son muy altos se pueden aplicar productos granulados como Furadan 5G[®], Mocap 5G[®] y Volaton 2.5G[®]. Estos deben ser aplicados en la banda de fertilización a 20 cm de profundidad, posteriormente se debe tapar el agujero para enterrar el insecticida.

Cochinilla (*Dymicoccus* spp). Estos insectos atacan las raíces principales, secundarias y las raicillas que tienen los pelos absorbentes. La etapa que realiza el ataque son las ninfas, quienes son chupadoras y se alimentan de la savia. El daño se presenta como un amarillamiento en las hojas, si la infestación es alta la planta morirá por el excesivo daño en las raíces.

Dependiendo del área afectada la aplicación para el control puede ser a través del Fertirriego o una aplicación manual en el borde del tronco. Los productos químicos para el control de la cochinilla se pueden realizar con insecticidas parecidos o los mismos usados en el control de la gallina ciega. Se debe tomar en cuenta que para los insecticidas granulados se debe aplicar antes de la época de lluvia siempre y cuando no sea tres meses antes de la cosecha.

Barrenador del tallo (*Plagiohammus maculosus*). Este coleóptero deposita los huevos en el tallo y la larva carcome la corteza hasta entrar y hace un túnel hasta las raíces mientras se alimenta. Las plantas afectadas retrasan su crecimiento, luego se marchitan hasta que posteriormente mueren. El control químico se realiza con productos como Thiodan 35EC[®], Lebaycid 50EC[®] y Lorsban 4E[®]. Estas aplicaciones se deben hacer de manera preventiva asegurando que se cubra desde la base del tallo hasta medio metro de altura.

Cochinilla harinosa (*Planococcus citri*). Este insecto chupa la savia de la planta provocando una marchitez en la rama o en la hoja que esté atacando. Al alimentarse, estos liberan una sustancia azucarada la cual desarrolla la Fumagina, un hongo que por su fisiología afecta la capacidad fotosintética de las hojas y puede causar la muerte de estas y de la planta completa.

La mayoría de las poblaciones se mantienen bajas ya que tienen varios controladores biológicos y enemigos naturales. Sin embargo, si es requerido la recomendación de productos químicos que se pueden utilizar se detalla a continuación: Folidol 480 EC[®], Diazinon 60E[®], Thiodan 35 EC[®] y Perfekthion 40EC[®].

Afidos (*Aphis coffeae*). Este insecto chupador succiona savia de las ramas y hojas tiernas, generalmente en el envés de la lámina. Las plantas afectadas se tornan amarillentas y posteriormente mueren. Existen muchos controladores biológicos para el Áfido. Entre las especies más utilizadas se encuentran (*Azya luteipes*, *Chrysopa* spp., *Chrysopa* spp., y *Lyliphlebus tectaceipes*). Estos controladores naturales reducen las poblaciones de áfidos a un punto en el que ya no causan un daño económico, Sin embargo, si se debe hacer una aplicación correctiva se recomiendan los insecticidas Metasytox R25[®], Lebaycid 50 EC[®] o Folimat 800 SL[®].

Minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*). La larva de este insecto se alimenta del contenido interno entre la epidermis de las hojas. Provocan lesiones en donde se alimentan. El daño a la hoja afecta la tasa fotosintética y con esto la producción. Para el control químico se recomiendan productos como Bidrin 85 CS[®], Lebaycid 50 CE[®]

Broca del café (*Hypothenemus hampei*). Es la plaga de mayor importancia económica, este insecto puede devorar el fruto y continuar con los demás ya que la mayoría de estadios se pueden alimentar del fruto. Los daños se presentan como caída del fruto, afecta la calidad del café, modifica el aroma y sabor en la taza así como un aumento en los costos de producción.

La broca no se limita atacar en campo, también es considerada una plaga de almacén cuando el grano se almacena a más de 20% de humedad. Se puede usar como control biológico *Beauveria bassiana*. Además se puede emplear el producto químico Endosulfan 35 CE[®], Actellic 50 EC[®], Lorsban 48 CE[®] y Regent 20 SC[®].

Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola*). Es un hongo que provoca la aparición de manchas circulares, causa necrosis y defoliación de la planta. La *Cercospora* puede atacar tanto las hojas como los frutos. Se puede prevenir el ataque del hongo se puede regular la sombra ya que un alta luminosidad aumenta la incidencia de esta enfermedad. Para controlar la enfermedad se puede utilizar Benlate (50%), Oxiclورو de Cobre (50%) y Dithane M-45 (80%).

Antracnosis (*Colletotrichum* spp). Es un hongo que se ve beneficiado por alta abundancia de lluvia, vientos fríos y raíces poco profundas. Este hongo provoca la aparición de manchas color marrón en las hojas. Causa una exagerada defoliación y botado de frutos. Para reducir la incidencia se debe sembrar en suelos aptos, profundos y fértiles. Si se requiere el control químico, se recomienda utilizar Benlate[®] o Daconil[®]

Mal de hilachas (*Corticium koleroga*). Es favorecido por temperaturas cálidas y de alta humedad relativa. Al desinfectar con Oxicloruro de Cobre logramos reducir la incidencia en conjunto con un buen manejo de podas sanitarias.

Ojo de gallo (*Mycena citricolor*). Es un hongo que se beneficia de ambientes húmedos, de alta precipitación, condiciones de mucha sombra, entre otros. El hongo forma manchas en las hojas y frutos. Como control cultural se puede realizar podas sanitarias y regulación de sombra. Como método de control químico se puede aplicar Caldo Bordeles, Cyproconazol. Hexaconazole

Fumagina (*Capdomium*). Su aparición se debe a la previa excreción de algunos insectos por lo que se ve atraído. Afecta la fotosíntesis ya que cubre toda la hoja con manchas negras lanosas. Se deben eliminar los insectos que producen esas excreciones azucaradas como los áfidos.

Pudrición de raíz (*Rosellina* spp). Afecta principalmente la raíz pivotante. El hongo aparece en zonas de alta precipitación, humedad y en suelos ricos en materia orgánica en descomposición. No presenta síntomas principales, cuando el daño a la raíz está hecho se muestran deficiencias nutricionales que finalizan con la marchitez y muerte de la planta. No existe control químico para este hongo. Las medidas son preventivas, se deben eliminar troncos existentes de plantaciones antiguas. Si una planta se infecta se debe retirar de la plantación, quemar y enterrar en una zona aislada.

Roya (*Hemileia vastatrix*). Es la enfermedad de mayor importancia, debido a su alta tasa de diseminación y a la falta de control gremial para este hongo. Produce manchas amarillas en las hojas, las cuales se desarrollan más como manchas anaranjadas hasta que el tejido esté necrosado.

Provoca defoliación y reducción del área fotosintética, lo que reduce rendimiento, crecimiento y puede llevar a la muerte. Cuando el daño es menor a 20% para el control se recomienda usar Oxicloruro de Cobre u Óxidos de Cobre. También se puede recurrir a utilizar variedades resistentes a la Roya. Sin embargo, estas variedades presentan menores rendimientos en la calidad de la taza.

Cosecha

El rendimiento promedio aproximado en Honduras es de 700 – 800 kg/ha, estas cifras corresponden a literatura del año 2007, puesto que el país presenta una tendencia positiva en producción del cultivo de café se podrían obtener rendimientos mayores en la actualidad.

Los pequeños productores componen entre sí el 93% de las explotaciones cafetaleras y tienen una producción menor a 4536 kg/cosecha, solamente el 0.5% de las producciones son mayores a 22.680 kg/cosecha.

Literatura citada

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo (ACCS). 307 p.

Pineda, J. 2001. Manual de caficultura. *In* IHCAFE (ed) Establecimiento del cafetal. Tegucigalpa, Honduras. p 55-77.

Literatura consultada

FHIA. 2004. Guía práctica producción de café con sombra de maderables. La Lima, Cortés, Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. p 24.

Macías, N. 2001. Manual de caficultura. *In* IHCAFE (ed) Principales enfermedades del cultivo del cafeto. Tegucigalpa, Honduras. p 175-193.

Muñoz, R. 2001. Manual de caficultura. *In* IHCAFE (ed) Plagas insectiles del cafeto. Tegucigalpa, Honduras. p 143-175.

Ordoñez, M., C. Viera, y M. Sosa. 2001. Manual de caficultura. *In* IHCAFE (ed) Manejo de malezas en las plantaciones de café. Tegucigalpa, Honduras. p 129-143.

Ramirez, V., A. Jaramillo, y J. Arcilla. 2010. Rangos adecuados de lluvia para el cultivo de café en Colombia. CENICAFE. Caldas, Colombia. p 8.