

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**Propuesta de procedimiento para la implementación de barreras  
vivas que contribuya en la conservación de suelo y agua en finca  
La Cruz, Cojutepeque, Cuscatlán 2021**

**Por:**

**Mayra Azucena Mejía Cruz**

**Ciudad universitaria, mayo de 2022**

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias Agronómicas**  
**Recursos Naturales y Medio Ambiente**



**Propuesta de procedimiento para la implementación de barreras  
vivas que contribuya en la conservación de suelo y agua en finca  
La Cruz, Cojutepeque, Cuscatlán 2021**

**Por:**

**Mayra Azucena Mejía Cruz**

**Requisito para optar al grado de:**

**Ingeniero Agroindustrial**

**Ciudad universitaria, mayo de 2022**

**Jefe del departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente**

Ing. Agr. Msc. Jose Mauricio Tejada Asensio

**Asesor o docente director**

Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro

**Tribunal calificador**

Ing. M.sc. José Mauricio Tejada Asensio

Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre castro

Ing. Agr. Antonio salomón Rivas Martínez

**Coordinador general de procesos de grado**

Ing. Agr. M. Sc nelson Bernabé Granados Alvarado.

## **i. Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a Dios quien me ha orientado durante este largo camino, me ha brindado las fuerzas para seguir adelante y no rendirme ante los problemas que se han presentado, enseñándome a que es necesario mantener la resiliencia en todo momento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy, a mis padres por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por brindar los recursos necesarios para estudiar.

A mi madre que se encuentra en el cielo, por siempre empujarme a no conformarme y por ser ella el mayor motivo de estar aquí, cumpliendo uno de sus mayores sueños.

## **ii. Agradecimientos**

Agradezco a mis compañeros su apoyo brindado durante mis estudios, que sin ellos no lo hubiera logrado en muchas ocasiones, con quienes vivimos muchas experiencias, tanto buenas y otros un poco difíciles. y con quienes atravesamos toda esta etapa juntos.

La vida está llena de retos y uno de los más grande en lo personal diría que es la Universidad. Tras verme dentro de ella, me he dado cuenta que es una base fundamental para la vida y mi futuro.

Agradezco a la Universidad de El Salvador y mis formadores por sus esfuerzos para que finalmente pudiera graduarme como profesional.

### iii. Índice General

Contenido	Página
<b>Resumen</b> .....	10
1. INTRODUCCIÓN .....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	14
3. OBJETIVOS .....	15
3.1. Objetivo general .....	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
4. ESTADO DEL ARTE.....	16
5. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
<b>5.1. El suelo</b> .....	17
<b>5.2. Origen de los suelos</b> .....	17
<b>5.2.1. Características del suelo</b> .....	19
<b>5.2.2. Textura del suelo</b> .....	19
5.4.3. Profundidad efectiva del suelo.....	21
<b>5.4.4. Capacidad de infiltración de agua en el suelo</b> .....	21
<b>5.4.5. Drenaje de agua</b> .....	22
<b>5.4.6. Fertilidad del suelo</b> .....	22
<b>5.6. Características del productor</b> .....	23
<b>5.7. Intereses del productor</b> .....	24
<b>5.8. Barreras Vivas</b> .....	25
<b>5.8.1. Funciones y Ventajas de las barreras vivas</b> .....	26
<b>5.9. Nivel Tipo A</b> .....	27
<b>5.10. La pendiente de terreno</b> .....	29
<b>5.11. Determinación de la pendiente promedio de un terreno, utilizando el nivel tipo “A”</b> 29	
<b>5.12. Trazo de curvas a nivel</b> .....	30
<b>5.13. Cultivo de Piña (<i>Ananas comosus</i>)</b> .....	30
<b>5.13.1. Taxonomía del cultivo</b> .....	31
<b>5.13.2. Descripción botánica de la piña</b> .....	31
<b>5.13.3. Requerimientos climáticos y edáficos</b> .....	32

6.	METODOLOGÍA .....	37
6.1.	<b>Descripción del lugar de estudio</b> .....	37
6.2.	<b>Precipitación en el Municipio de Cojutepeque ( parte agroecológica de la zona)</b> .....	39
6.3.	<b>Metodología de oficina</b> .....	39
6.4.	Metodología de campo. ....	40
6.	RESULTADOS.....	41
	Documentación revisada .....	41
7.	CONCLUSIONES.....	62
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	63
10.	ANEXOS.....	66

## Índice de cuadros.

Cuadro 1. Materiales vegetativos utilizados en barreras vivas por productores(as) del Proyecto PAES en las Regiones de Tenancingo y Guazapa. 1999-2002 .....	16
Cuadro 2. Composición química de la corteza terrestre.....	19
Cuadro 3. Cantidad de arena, limo y arcilla presentes en el suelo .....	20
Cuadro 4. Material vegetativo y distanciamiento de siembra entre las plantas de las barreras.....	27
Cuadro 5. Distanciamiento entre curvas según pendiente.....	30
Cuadro 6. Clasificación taxonómica de la piña (Ananas comosus). .....	31
Cuadro 7. Coordenadas de finca La Cruz.....	38
Cuadro 8. Distanciamientos de obras de conservación .....	48
Cuadro 9. Evaluación visual de suelo. ....	50

## Índice de figuras

Figura 1. Porcentajes de conformación del suelo.....	18
Figura 2. clasificación del suelo según porcentaje de arena, limo y arcilla .....	20
Figura 3. Profundidad del suelo. ....	21
Figura 4. Barreras vivas .....	25
Figura 5. Dimensiones para la construcción del nivel tipo A.....	28
Figura 6. Diferentes tamaños de hijos de tallo .....	34
Figura 7. Ubicación de Finca La Cruz .....	37
Figura 8. Gráfico radial o conocido como de telaraña .....	52
Figura 9. Nivel tipo A y sus medidas.....	53
Figura 10. Calibración de plomada.....	53
Figura 11. Posición de plomada. ....	54
Figura 12. Colocación de estaca A y B. ....	55
Figura 13. Movimiento del nivel A para colocar estacas.....	55
Figura 14. Estacas Colocas.....	56
Figura 15. Giro del nivel tipo A, para colocación de estacas. ....	57
Figura 16. Alineado de estacas.....	57
Figura 17. Medición de la segunda curva a nivel.....	58
Figura 18. Colocación de la pata A hacia la B .....	58
Figura 19. Trazos hacia el lado izquierdo. ....	59
Figura 20. Trazos hacia el lado izquierdo. ....	59
Figura 21. Diseño de las curvas a nivel.....	59
Figura 22. Croquis del distanciamiento de las barreras viva.....	60

## Índice de anexos

Anexo 1. Mapa del municipio de Cojutepeque.....	66
Anexo 2. Condiciones climáticas del municipio de Cojutepeque en el año 2020.....	66



Anexo 3. Precipitación registrada en el municipio de Cojutepeque en el mes de agosto de 2021.	67
Anexo 4. Moldeado de bola de suelo para evaluación visual de suelo según textura. ....	67
Anexo 5. Evaluación visual de porosidad del suelo.....	68
Anexo 6. Determinación de estructura del suelo.....	68
Anexo 7. Determinación de pendiente con la ayuda del nivel tipo A. ....	69
Anexo 8. Construcción del nivel Tipo A. ....	69

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo llevar a cabo la documentación sobre las barreras vivas con el propósito de hacer una propuesta metodológica de establecimiento de esta práctica en la finca La Cruz, localizada en el municipio de Cojutepeque, departamento de Cuscatlán, para la obtención de los datos requeridos se hizo uso de una evaluación visual del suelo, el cual es un método práctico, basado en la observación visual de las propiedades de la tierra que indican la calidad que esta posee: (color, estructura, consistencia, porosidad, profundidad). El conocimiento de esta información facilitó la interpretación de los indicadores y la calificación del suelo, el cual se califica como moderado. En el desarrollo de la guía, se logró determinar que el terreno cuenta con una pendiente del 28%, esto se determinó con ayuda del nivel tipo A; así como, presentó características que tienen más presencia en la finca dentro de las cuales se cuenta con una buena cobertura de materia verde, la presencia de micro y macro poros, lo cual permite el desarrollo radicular de las plantas. En conclusión, el estudio coincide con los diferentes autores que la práctica que posee más ventajas costo-beneficio es la implementación de barreras vivas, la cual permite evitar la pérdida del recurso suelo y agua.

**Palabras claves:** conservación se suelo, barreras vivas, erosión de suelos, nivel tipo A, textura de suelo, evaluación visual de suelo, clasificación de suelos.

## Abstract

The objective of the research was to create a document that proposes a procedure for the implementation of living barriers that contributes to the conservation of soil and water on the La Cruz farm in Cojutepeque, Cuscatlán, 2021. To obtain the required data, made use of a visual evaluation of the soil, which is a practical method, based on the visual observation of the properties of the land that indicate its quality: (color, structure, consistency, porosity, depth). Knowledge of this information facilitated the interpretation of the indicators and the qualification of the soil, which is classified as moderate. In the development of the guide, it was possible to determine that the land has a slope of 28%, this was determined with the help of type A level; as well as equally presented the characteristics that have more presence in the farm within which there is a good coverage of green matter, the presence of micro and

macro pores, which allows the root development of plants. In conclusion, the study agrees with the different authors that the practice that has the most cost-benefit advantages is the implementation of live barriers, which allows avoiding the loss of soil and water resources.

## 1. INTRODUCCIÓN

La erosión de los suelos es un tema que muy pocas veces se le presta atención en El Salvador; esta se debe por causas de diferentes factores como el agua, viento, labores agrícolas, entre otras. Los suelos sin cobertura vegetal son más propensos a la erosión, debido a que el agua y viento los golpean de manera directa, volviéndolos poco fértiles, afectando la calidad de los suelos, que depende muchas veces del espesor que este pueda presentar, su textura, la capacidad de infiltrar el agua, la presencia de materia orgánica proveniente de diversos aportes que favorecen la biología del suelo y ser fuente de humus, componente esencial en los procesos químicos; estas características pueden ser determinadas mediante una evaluación visual de bajo costo.

Según Pérez (2005), en el libro de las Buenas prácticas agrícolas para la adaptación al cambio climático menciona, que el cambio climático y la variabilidad climática están afectando los recursos hídricos y la agricultura (AIACC 2006). La variabilidad climática y las proyecciones de cambio climático incrementan el riesgo de la producción agropecuaria, lo cual requiere de medidas tecnológicas y financieras (BID 2005).

Por lo que instituciones como el MAG – El Salvador, organizaciones no gubernamentales Programas como el PASOLAC (Cooperación Suiza), Holanda CENTA Laderas y organismos internacionales como la FAO, desde el siglo pasado, a través de programas y proyectos han impulsado programas en la búsqueda de reducir la degradación del recurso suelo, mediante el establecimiento de prácticas y obras de conservación de suelo, agua y vegetación, que favorecen la mejora y conservación de las características antes mencionadas, tal es el caso, que con el establecimiento de vegetación arbórea, arbustiva, arreglo de cultivos, barreras diversas, ayudan a la infiltración del agua y se disminuye el transporte de las partículas del suelo y en consecuencia la reducción del azolvamiento de las represas hidroeléctricas alargando su vida útil.

Entre las prácticas de conservación de suelo, aceptadas y adoptadas por los agricultores, se encuentran las barreras vivas (PASOLAC 2003), que es una de las técnicas que contribuyen a reducir la velocidad del agua en las laderas y la infiltración de la misma, dando mejores

ventajas para el agricultor, por ser una técnica que se puede implementar con diferentes propósitos, ya sea en la conservación del suelo o como un recurso para la alimentación del ganado o biomasa para la cobertura del suelo.

El presente estudio tuvo como objetivo llevar a cabo la documentación sobre las barreras vivas con el propósito de hacer una propuesta metodológica de establecimiento de esta práctica en la finca La Cruz, localizada en el municipio de Cojutepeque, departamento de Cuscatlán, cuyo productor como se dedica a la producción de granos básicos y producción de frutas; cabe mencionar que en el municipio de Cojutepeque y municipios aledaños, por el tipo de suelo que poseen, están dedicados a la producción de frutas y hortalizas que es el principal rubro económico y sostén familiar; muchas familias siembran en estos suelos con una topografía de ladera inclinada, sin implementar ninguna práctica de conservación de suelo, con el riesgo y sobre todo en la época lluviosa de producirse erosión.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Para la FAO (s. f.), El Salvador enfrenta un gran deterioro del recurso suelo, especialmente en las zonas de ladera, donde se asientan una alta población de pequeños productores agropecuarios. El 59% del territorio salvadoreño tiene algún grado de erosión, anualmente se erosionan 59,000,000 de toneladas de suelo que equivalen a 4.5 ha de tierra de un metro de profundidad, (MARN 2000), provocando los bajos niveles de producción, bajos niveles de fertilidad, debido a la erosión que se generan en las tierras dedicadas a la producción de cereales con pendientes mayores al 12% (SEMA citado por CENTA 2021) o bien que entre el 25 y 33% del total de las tierras agrícolas del país (Panayatou *et al.* citado por CENTA 2021). Por otra parte, según FONAES, el agua en El Salvador se vuelve cada día más escasa debido al agotamiento de las zonas de recarga acuífera; la deforestación; la contaminación de las aguas superficiales y el agua subterránea; la pérdida de la capacidad de regulación e infiltración del agua; la creciente variabilidad climática; y el mal uso que se hace de este recurso natural. Además, la demanda hídrica está aumentando de forma constante, debido al crecimiento social y económico del país.

De manera particular el problema de erosión y la pérdida de infiltración de agua afecta a los pequeños productores que se dedican al rubro mencionado, llegando a reducir el nivel de productividad de los suelos y por ende los ingresos de los productores. En este contexto la finca La Cruz ubicada en el municipio de Cojutepeque, departamento de Cuscatlán, y dedicada a la producción de frijol, manifiesta el proceso de erosión y la pérdida de fertilidad, ya que el terreno se maneja con un enfoque convencional, en el que cada año se deja sin cobertura el suelo provocando la degradación de este recurso y al igual la reducción de la infiltración del agua en los suelos. Es por ello que se propone documentar la técnica de barreras vivas, la cual presenta las mejores ventajas costo–beneficio para el pequeño productor. Debido a los resultados exitosos que se han obtenido en diferentes lugares como Tenancingo, Morazán, Guazapa, San Salvador, Chalatenango, Honduras, entre otros y en los cuales programas como PASOLAC, CENTA, han implementado con éxito este tipo de técnicas obteniendo muchos beneficios para el pequeño agricultor y para la preservación de los recursos de agua y suelo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

- Proponer el procedimiento de implementación de barreras vivas que contribuya en la conservación de suelo y agua en finca La Cruz de Cojutepeque.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Documentar las bondades de la práctica de barreras vivas, su procedimiento para implementarlas identificar características del terreno en relación a la pendiente, el tamaño de la parcela a tratar, textura del suelo y aquellas referidas al suelo.
- Analizar la información pertinente sobre conservación de suelo y agua en relación a la implementación de la técnica de barreras vivas.
- Describir los procedimientos para el establecimiento de la práctica de barreras vivas con herramientas sencillas y los recursos del productor.

#### 4. ESTADO DEL ARTE

##### La aceptación de tecnologías

La aceptación de la tecnología se define como la acción de decidir el tipo de tecnología a implementar en la finca después de haber conocido un abanico de opciones y el establecimiento en la finca de una o más opciones por parte de los productores (Consortio IICA-CATIE-CRS-UCA 1999).

Modesto J, (2008) en su estudio Tecnologías de conservación de suelos y agua aceptadas por productores que participaron en PAES desde el primer año (1999), Regiones Tenancingo y Guazapa. 1999-2002, destaca que las barreras vivas (29.37%), el manejo de rastrojos (29.04%) y las terrazas individuales (23.10%), como las tecnologías de mayor aceptación por los productores, estos porcentajes se refieren a la frecuencia de las tecnologías relacionadas con el total de la consulta, pero al relacionarlas con la cantidad de agricultores y agricultoras (184) el porcentaje es mayor a 80%. Puede notarse, que las tecnologías con mayores frecuencias, son aquellas que son más fáciles de implementar como es el caso de las barreras vivas. La mayor aceptación encontrada se relaciona con lo descrito por Kaimowitz, citado por Segura (1999), quien menciona que los productores adoptan innovaciones sencillas, baratas, con ventajas evidentes y menos complicadas.

Cuadro 1. Materiales vegetativos utilizados en barreras vivas por productores(as) del Proyecto PAES en las Regiones de Tenancingo y Guazapa. 1999-2002

<b>MATERIAL VEGETATIVO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Zacate Brizantha	152	35.68
Piña de azúcarón	109	25.59
Piña de cerco	73	17.14
Zacate vetiver	70	16.43
Izote	19	4.46
Gandul	3	0.70
Total	426	100.00

Fuente: Modesto (2008)

Las tecnologías de conservación de suelo y agua aceptadas inicialmente por los productores, han sido evidenciadas por diferentes proyectos, tal como se mencionan en los proyectos



Sistemas Silvopastoriles, (Radulovich, 1994); Proyecto Tamulasco y Proyecto Agroforestal, (Linares, 1993); Proyecto Rio las Cañas, (Campos, 1993); Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC, 2003 ), y Proyecto PRODERNOR (CATIE), 2003) entre otros, y en los cuales se han implementado diversas tecnologías para protección de los suelos.

Por otro lado, PASOLAC (2000), considera la conservación de suelos y agua como actividades a escala local que mantienen o aumentan la capacidad productiva del suelo en áreas susceptibles, por medio de la prevención o disminución de la erosión, la conservación de la humedad del suelo y el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo. De esta manera la conservación de suelos y agua se logra a través de diferentes prácticas que pueden ser aplicadas individualmente o en asocio según las condiciones agro climáticas y topográficas donde se pondrán en práctica.

## **5. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **5.1. El suelo**

El suelo es la capa compuesta de materiales orgánicos y minerales que cubren la superficie terrestre, siendo un medio de crecimiento para las plantas superiores con diversas propiedades, como textura, estructura, acidez, las cuales influyen en la producción de plantas. Desde el punto de vista de un pedólogo que estudia el suelo como un cuerpo natural, sin relacionarlo con la agricultura, el suelo es un cuerpo natural constituido por materia orgánica e inorgánica, diferenciado de una roca madre por varios horizontes de diferentes profundidades, con propiedades físicas, morfológicas, composición química y características biológicas particulares y diferentes entre sí, (Miranda 1992).

### **5.2. Origen de los suelos**

¿De dónde provienen los suelos? Los suelos se originan con la acumulación de material parental meteorizado y finamente dividido o separado de la roca madre, y que con su interacción con los organismos vivos se inicia entre ellos la fase constructiva de los procesos de formación del suelo. Así se van diferenciando las capas que descansan sobre el material parental, cada una con espesores que pueden variar desde pocos milímetros hasta varios

metros. Las características y el espesor de los suelos dependen de la intensidad con que actúen los procesos de formación, el tiempo que haya durado su acción y la resistencia del material original a sufrir esos cambios, de acuerdo a Raudes y Sagastume (2011).

Erickson (2001) afirma que, el suelo está formado de sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso. La porción sólida está constituida por materiales orgánicos, resultantes de las plantas y animales vivos o muertos, y de sus productos, y materiales inorgánicos o minerales, formados de los residuos de la descomposición de la roca madre.

La parte orgánica del suelo está formada de sustancias vivas y muertas, en las cuales se incluyen raíces de plantas, hongos, algas, bacterias, larvas de insectos, roedores. Estos son muy importantes por su capacidad de retención de nutrientes y agua. La parte líquida del suelo consiste en agua con cantidades variables de materia mineral, de anhídrido carbónico y oxígeno; debido a ella, los nutrientes penetran en las plantas para contribuir a su desarrollo. La parte gaseosa del suelo también es muy importante; tanto las raíces de las plantas como un número considerable de microorganismos, que desempeñan un papel esencial en los procesos evolutivos del suelo, necesitan cantidades variables de oxígeno proveniente del aire para su existencia, como se observa en la Figura 1, la mayor proporción del suelo está formada de materia mineral, la cual proviene de la descomposición de las rocas, según Raudes y Sagastume (2011).

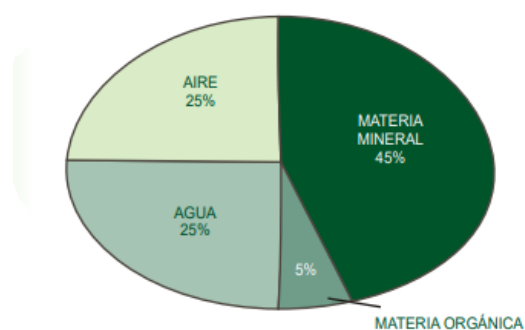


Figura 1. Porcentajes de conformación del suelo.

**Fuente:** tomado de Raudes y Sagastume 2011.

Miranda (1992) mencionan que, la corteza terrestre está cubierta de materiales sueltos no consolidados, los cuales constituyen el llamado “manto rocoso”, en cuya composición química participan los elementos enumerados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química de la corteza terrestre

<b>Elemento</b>	<b>%</b>
Oxígeno	46.4
Sílice	27.6
Aluminio	8.1
Hierro	5.1
Calcio	3.6
Magnesio	2.1
Sodio	2.8
potasio	2.6
<b>Sub total</b>	<b>98.4</b>
Otros elementos (titanio, hidrogeno, fosforo, manganeso)	1.7

**Fuente:** tomado de Miranda 1992.

### 5.2.1. Características del suelo

El color del suelo se utiliza para clasificarlo, sirve como indicador de los minerales dominantes presentes en el mismo, además de las condiciones de drenaje, es indicador del contenido y estado de descomposición de la materia orgánica. La herramienta que se utiliza para medir o determinar la coloración del suelo es la tabla Munsell, en ella se muestra una paleta con las diferentes tonalidades que puede tener el suelo y se utiliza comparando la muestra de suelo humedecida contra el color mostrado en la tabla, (Erickson 2001).

### 5.2.2. Textura del suelo

Para Arévalo y Gauggel (2009), el tamaño relativo de las partículas de suelo se expresa en términos de la textura, que se refiere a la finura mayor o menor del mismo. En términos generales, la textura se refiere a la cantidad relativa de arcilla, limo y arena presentes en el suelo, texturas descritas en el Cuadro 2. De la textura depende una serie de propiedades del suelo, siendo éstas: la facilidad de mecanización, susceptibilidad de la erosión, contenido y retención de nutrientes, y movimiento del agua y aire.

Cuadro 3. Cantidad de arena, limo y arcilla presentes en el suelo

Partícula	Tamaño (mm)
Arena	2.0-0.05
Limo	0.05-0.002
Arcilla	<0.002

**Fuente:** tomado de Arévalo y Gauggel 2009.

Erickson (2001) consideran que, la textura del suelo es importante ya que influye en la adaptación ecológica de las prácticas biológicas de conservación de suelos y agua; es decir, que las especies y variedades se adaptan a una determinada textura del suelo. Ejemplo, la vida útil de las barreras vivas de piña es reducida en suelos arcillosos, mientras la caña de azúcar que prefiere suelos franco-arcillosos, hasta arcillosos, es más duradera.

Otra importancia radica en la selección de prácticas de conservación de suelos y agua que mantengan su efectividad en una textura de suelo. Los camellones de tierra, por ejemplo, son menos estables en suelos arenosos, mientras que la germinación de cultivos bajo siembra tapada, pueden ser muy reducida en suelos arcillosos. Según el porcentaje de cada una de las partículas de arena, limo y arcilla que lo forman se puede clasificar siguiendo el cuadro ilustrado en la Figura 2, según Raudes y Sagastume (2011).

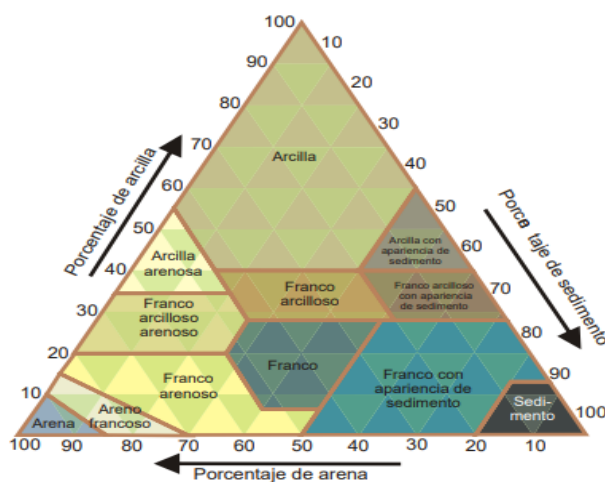


Figura 2. clasificación del suelo según porcentaje de arena, limo y arcilla

**Fuente:** tomado de Raudes y Sagastume 2011

### 5.4.3. Profundidad efectiva del suelo

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrientes indispensables. Esta información resulta ser de suma importancia para el crecimiento de las plantas. La mayoría puede penetrar sus raíces más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten. Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad de por lo menos un metro. En un suelo profundo, las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención de humedad. De igual manera, la planta puede usar los nutrientes almacenados en los horizontes profundos del subsuelo, si éstos están al alcance de las raíces.(Garcia L. 2017)



Figura 3. Profundidad del suelo.

**Fuente:** tomado de Miranda 1992

### 5.4.4. Capacidad de infiltración de agua en el suelo

Reilly *et al* (2002), afirma que, la infiltración es la capacidad que tiene el suelo de permitir la entrada y la percolación del agua de lluvia. El agua que no se puede infiltrar en el suelo forma parte de la escorrentía superficial. Un suelo con alta capacidad de infiltración se caracteriza por una buena estabilidad de las partículas del suelo (de la estructura) en la

superficie, por una baja tendencia de sellarse y una estructura no compactada dentro del suelo.

La capacidad de infiltración está directamente relacionada con la textura del suelo. En suelos con baja capacidad de infiltración se necesitan prácticas más fuertes para el control de la escorrentía. Por ejemplo, para barreras vivas se prefieren especies de Zácates con buen macollamiento (alto desarrollo radicular), para formar barreras densas; y combinarlas con prácticas de Conservación de Suelo y Agua (CSA) que mejoren la infiltración en toda la parcela, según PASOLAC (1999).

#### **5.4.5. Drenaje de agua**

Es la capacidad del suelo de movilizar el agua que se infiltra o acumula en momentos de lluvias fuertes y de mantener o reestablecer después de las lluvias su contenido de aire en el suelo. El drenaje del suelo influye en la selección de cultivos que se adapten a la acumulación de agua, para evitar el problema de pudrición de raíces, según Erickson (2001).

Existen dos tipos de drenajes:

- El drenaje subterráneo, interno o subsuperficial, es la acción de evacuar el agua contenida en el perfil del suelo y que genera saturación y condiciones de humedad muy altas que impiden un buen desarrollo de las raíces del cultivo. Dicho drenaje está relacionado con la impermeabilidad del suelo.
- El drenaje superficial corresponde a la acción de drenar o evacuar las aguas que se acumulan sobre la superficie del suelo por efectos de inundación, encharcamiento. Se caracteriza por que la presencia de la lámina de agua sobre la superficie del terreno satura la parte superior del suelo ya que este tipo de drenaje está asociado con la presencia de poros en el suelo.

#### **5.4.6. Fertilidad del suelo**

De acuerdo a Reilly *et al* (2002), es la capacidad del suelo de hacer disponible a la planta los nutrientes necesarios para su desarrollo. La fertilidad del suelo influye en la adaptación ecológica de las prácticas biológicas de conservación de suelos y agua (CSA) y en la aceptabilidad de ciertas prácticas de CSA. En el primer caso, se trata de seleccionar especies

que se establezcan y desarrollen en suelos de baja fertilidad o hasta en suelos degradados. Las barreras vivas del zacate Taiwán, por ejemplo, no se desarrollan bien en suelos degradados mientras para el Gandul se observó un buen desarrollo en estos suelos.

En el segundo caso (conservación de agua), las experiencias de los técnicos y promotores indican que no se deben recomendar prácticas de CSA en suelos degradados, sin implementar con prioridad y al mismo tiempo prácticas que mejoren la fertilidad y la productividad del terreno a corto plazo. Es notable que muchos productores pierdan el interés en las actividades de CSA cuando realizan con mucho esfuerzo barreras muertas y vivas o acequias en terrenos erosionados, sin ver las mejoras en el rendimiento de los cultivos en el terreno durante el primer o segundo año después del establecimiento de la CSA PASOLAC (1999).

### **5.5. Pendiente del terreno.**

La pendiente del terreno se refiere a la diferencia de altura que existe entre dos puntos del terreno. Se expresa en grados o en porcentaje, es de gran importancia conocer su medida, ya que es un dato que influye en la toma de decisiones para definir el tipo de cultivo, la obra de conservación de suelo, así como el distanciamiento a que se establecerá una estructura de la otra.

### **5.6. Características del productor**

- Una de las características fundamentales es que sus ingresos dependen principalmente de sus actividades agropecuarias.
- El conjunto de actividades de su sistema de producción, comercialización y administración, se realiza primordialmente con el uso de la mano de obra familiar, aunque, en forma ocasional podría contratar mano de obra para ciertos procesos o momentos (Ej. cosecha, siembra, etc.).
- Personalmente, el pequeño productor administra, gerencia y toma las decisiones pertinentes a su actividad productiva y de comercialización de sus productos.
- Tiene una bajísima o nula capacidad de contratar servicios profesionales, para sus actividades agro productivas, en forma permanente u ocasional.

- Su sistema de producción se caracteriza por estar poco ligado a redes de información que le permitan planificar en forma adecuada su producción.
- Tiene poca capacidad financiera y administrativa para introducir procesos de innovación tecnológica tendientes a agilizar, facilitar o mecanizar sus procesos.
- Está ligado al mercado, pero sin conocimiento acerca de éste, por ejemplo: calidades de productos, diferenciación de productos, estrategias de “marketing” y de negociación, canales de comercialización, etc.
- Tiene un restringido acceso a los recursos financieros que le permitan mejorar la capacidad de inversión en forma segura en su sistema de producción, está excluido, por sus características del sistema financiero oficial y/o formal existente.
- Su capacidad organizativa es potencialmente alta, si se toma en consideración la presión que ejerce: la apertura comercial y la globalización, porque organizarse es la única alternativa de enfrentar los cambios, sin embargo, sus organizaciones de tipo asociativo manifiestan grandes debilidades administrativas, gerenciales y financieras.
- Por las razones anteriores, el papel del estado en estas economías, es el de: propiciar la sostenibilidad económica, social, política y ambiental, ejecutar una serie de acciones que van desde la promoción, fomento y uso del crédito justo, las tecnologías más apropiadas en todo el sistema agrario, hasta el impulso de todas las modalidades de capacitación, promoción para la reconversión, y el fortalecimiento de la capacidad organizativa, gerencial y competitiva de los sistemas y organizaciones.
- Los ingresos provenientes de la actividad productiva agropecuaria, no sobrepasan mensualmente, en más de 5 veces, el salario mínimo establecido en el país.

### **5.7. Intereses del productor**

- Mejorar la producción de su cultivo o actividades comerciales.
- Encontrar el balance costo-beneficio para su producción.
- Ayudar a la preservación del suelo y agua.
- Disminuir la implementación de sistemas convencionales.
- Aprovechar al máximo los recursos propios, buscando la autosostenibilidad.
- Contra restar el impacto de la erosión en la tierra.
- Aprovechamiento del recurso suelo.



## 5.8. Barreras Vivas

Rivas A (s.f) Las barreras vivas son hileras de plantas perennes, de crecimiento rápido, follajes densos y resistentes a la fuerza de la escorrentía superficial, las cuales se siembran separadas a determinados intervalos horizontales que dependen de la pendiente del terreno. Estas se pueden emplear solas en terrenos con pendientes mayores de cero hasta un 15%, dando una protección adecuada; pero en terrenos con pendientes arriba del 15% deben ser acompañadas con obras mecánicas.

Algunas plantas que se pueden usar como barrera viva son: Zacate Elefante (*Pennisetum purpureum*), Izote (*Yuca elephantipes*), Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), Piña (*Ananas comosus*), Zacate Limón (*Andropogon citratus*), entre otras (CENTA 2018).

MANOIC (2016), recomienda este tipo de prácticas para terrenos con pendientes del 15%; en pendientes mayores, deberán ir acompañadas de otras prácticas y obras de conservación de suelo y agua como: labranza de conservación o acequias de laderas o ambas en el caso de cultivos limpios, y de terrazas individuales, si se establecen frutales.



Figura 4. Barreras vivas

Fuente: tomado de CENTA 2018

### **5.8.1. Funciones y Ventajas de las barreras vivas**

Raudes y Sagastume (2011), aseguran que es una práctica de conservación de suelo aplicable a todos los sistemas agrícolas de ladera, que retiene la tierra erosionada, soporta altas escorrentías de agua por la acción filtrante de las barreras vivas lo que provoca la acumulación de sedimentos y la formación de capas orgánicas, la capa orgánica (mulch) formada reduce la velocidad de la escorrentía, se favorece la filtración del agua al subsuelo y el suelo almacena mayor humedad, de tal forma que se mejoran las condiciones para los cultivos, se disminuyen las pérdidas de suelo, agua y nutrimentos. Las barreras vivas son sencillas, de simplicidad en el diseño y facilidad de mantenimiento. Son económicas y de fácil adopción por parte de los productores.

Es una práctica muy útil y sencilla en la recuperación de tierras degradadas, como cárcavas y terrenos inhabilitados por la erosión laminar, otros beneficios que se pueden obtener son: produce muy poca remoción de terreno, utiliza muy poco espacio de los terrenos de cultivo (0,9 m de ancho), el mantenimiento es poco exigente en mano de obra, protegen los cultivos de los animales, previene la entrada de insectos plagas y de otros animales que pueden perjudicar el cultivo y reduce la velocidad del viento que entra a la parcela. Los trazos y estaquillado de curvas a nivel, se inician en la parte más alta del terreno. Sobre la inclinación predominante en el terreno, estaquillar siguiendo las curvas a nivel a la distancia a que irán las barreras vivas.

#### **Procedimiento de establecimiento de barrera viva.**

Sobre la curva, abrir una zanja de 5.0 a 10.0 cm de ancho y 10.0 cm de profundidad y luego plantar el material vegetativo seleccionado. El distanciamiento entre plantas dependerá de la especie vegetal que se utilice, detallado en el Cuadro 3. Una de las especies que en los últimos años se ha promovido para el establecimiento de barreras vivas, por sus múltiples bondades, es el zacate vetiver. Cuando se va a sembrar la barrera viva, primero se extrae la macolla de Zacate Vetiver, luego se prepara el has enraizado cortándolo a 15 o 20 cm de la base de la macolla y luego se plantan a una distancia de 10 a 15 cm entre cada uno. (CENTA 2018)

En el caso de los pastos, se traza la curva a nivel y se siembra en surcos colocando el material vegetativo del pasto en cadena sencilla o doble, la ventaja que se tiene es que en cada corte se puede tener material para alimentación animal, como pasto de corte fresco, con el objetivo de aumentar la efectividad de la barrera, se recomienda colocar el rastrojo de las cosechas al pie de las mismas, incorporándole al rastrojo un insecticida para plagas del suelo.

<i>Distancias entre obras de CSA según pendiente</i>	<b>Pendiente suave hasta 15%</b>	<b>Pendiente moderada 15-30%</b>	<b>Pendiente fuerte 30-50%</b>
<b>Barreras vivas</b>	15-30mts	10-15mts	4-10mts

### 5.9. Nivel Tipo A

CENTA (2018), asegura que, el nivel A es una herramienta con forma de A mayúscula, que es fácil de construir y practico de utilizar. Es muy útil y eficaz para el buen manejo de los terrenos ya sean inclinados o planos.

Cuadro 4. Material vegetativo y distanciamiento de siembra entre las plantas de las barreras

<b>Material vegetativo</b>	<b>Distanciamiento</b>
Izote	0.20m
Piña de cerco	0.30m
Piña	0.25m
Vetiver	0.10m
Zacate limón	0.15m
Pasto CT-115	0.20m
Pasto Napier	0.20m

**Fuente:** Tomado de CENTA (2018).

**Medición y corte de las varas:** Se miden y se cortan dos varas de 2.10 metros de largo, se les hace una marca a 2.00 metros a cada una, luego se hace otra marca a un metro de cada una, los 10 centímetros sobrantes será el punto de amarre, luego cortamos otra vara de 1.10 metros que será el travesaño, dichas dimensiones se muestran en la Figura 4, según MANOIC (2016).

**Amarrado de las patas:** En un lugar más o menos plano, se colocan dos estacas separadas a dos metros una de la otra, para que sirvan de apoyo a las patas del nivel, las cuales se atraviesan en su extremo superior, dejando un sobrante de diez centímetros en cada una; luego se amarran fuertemente, dándoles por lo menos cinco vueltas al amarre y se hace un nudo de media chonga (CENTA 2018).

**Amarre del travesaño:** Dejando un sobrante de cinco centímetros a cada lado, se colocará el travesaño sobre las marcas de un metro realizadas en las patas, luego se hace el amarre bien fuerte, por lo menos de cinco vueltas más dos vueltas “mordidas”, haciendo nudos de media chonga (Raudes y Sagastume 2011).

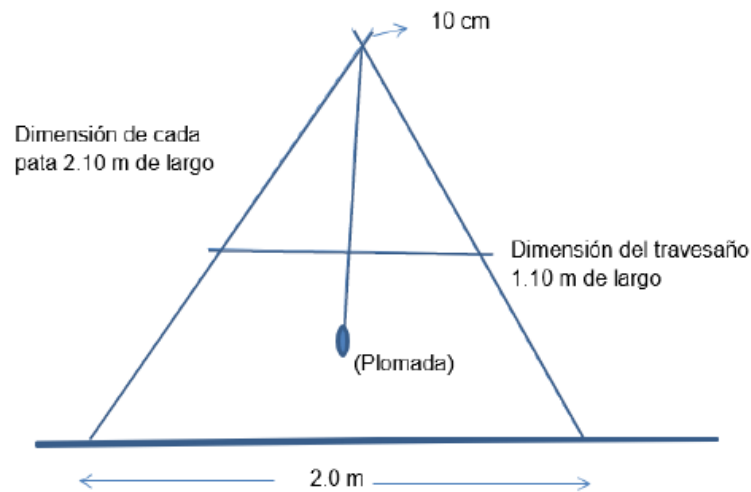


Figura 5. Dimensiones para la construcción del nivel tipo A.

**Fuente:** tomado de MANOIC 2016.

**Colocación de la plomada o nivel:** Se utiliza una piedra de preferencia que sea alargada o cualquier objeto pesado el cual se amarra fuertemente con una punta de la pita; luego se cuelga y se amarra al sobrante de la pita del nudo de media chonga que se hizo donde se amarraron las patas. Se debe tener cuidado de que la pita que sostienen la plomada quede **en** medio de las dos patas; así mismo, la piedra debe quedar una cuarta abajo del travesaño (MANOIC 2016).

**Nivelación del aparato:** Las estacas que se han enterrado separadas a dos metros, sirven para apoyar las patas del nivel, donde roza la pita de la plomada, se hace una marca (primera). Se le da media vuelta al nivel, cambiando en esta forma la posición de las patas, debiendo quedar apoyadas en las estacas y en el mismo lugar donde estuvieran las otras; donde roza la pita de la plomada se hace la segunda marca. La parte media de las dos marcas en el punto del nivel y allí quedará la tercera marca que será la que se utilizará; las otras dos marcas se borran. El nivel debe quedar bien firme, cuando por cualquier motivo se desnivela, se debe hacer nuevamente la nivelación para encontrar el nuevo punto de nivel (Miranda 1992).

### **5.10. La pendiente de terreno**

La pendiente se refiere a la diferencia de altura que existe entre dos puntos del terreno. Se expresa en grados o en porcentaje, es de gran importancia conocer su medida, ya que es un dato que influye en la toma de decisiones para definir el tipo de cultivo la obra de conservación de suelo, así como el distanciamiento a que se establecerá una estructura de la otra de acuerdo con Arévalo y Gauggel (2009)

### **5.11. Determinación de la pendiente promedio de un terreno, utilizando el nivel tipo “A”**

CENTA (2018) señala lo siguiente:

1. Buscar puntos con pendientes más representativos.
2. En uno de los puntos, colocar el nivel, con la abertura de las patas, en dirección de la pendiente.
3. Nivelar el aparato, haciendo coincidir la pita de la plomada a la marca que se encuentra en el travesaño.
4. Al estar nivelado el aparato, medir en centímetros el espacio que existe entre el suelo y la pata.
5. El espacio encontrado se divide entre dos, que en metros es la abertura del aparato, y el resultado es la pendiente expresada en porcentaje.
6. El procedimiento se repite en cada uno de los puntos seleccionados.

7. Se realiza la sumatoria de las diferentes pendientes y se divide entre el número de lecturas, para obtener la pendiente promedio.

### 5.12. Trazo de curvas a nivel

El trazado de las curvas a nivel, se hace usando el nivel “A”, y se inicia a partir de cada una de las estacas de la línea madre. Se inicia el trazado de las curvas colocando una de las patas del nivel “A” exactamente en la estaca de la línea madre, y la otra se mueve hasta que la plomada del nivel indica que está a nivel, colocándose en ese punto otra estaca y repitiendo este procedimiento hasta cubrir ese lado de la parcela. Luego se repite el procedimiento al otro lado y seguidamente se hace lo mismo en cada una de las estacas de la línea madre (CENTA 2018).

Cuadro 5. Distanciamiento entre curvas según pendiente.

Porcentaje de pendiente	Distanciamiento entre curvas.
2%	30 metros
5%	28 metros
8%	24 metros
10%	20 metros
14%	18 metros
16%	16 metros
20%	14 metros
25%	12 metros
30%	10 metros
35%	8 metros
40%	6 metros
45%	4 metros

Fuente: RED SICTA 2013

### 5.13. Cultivo de Piña (*Ananas comosus*)

### **Descripción de la piña como barrera viva:**

Hileras densas de piña colocadas en curvas a nivel. La distancia entre curvas depende de la pendiente y del tipo de suelo. Se combina bien con otras técnicas. La combinación más frecuente es con acequias y barrera muerta para proteger el borde superior de ellas. Sirven para reducir la velocidad del agua por cortar la ladera en pendientes más cortas, sirviendo además como filtro captando los sedimentos que van en el agua de escurrimiento. La piña es una planta semi perenne. No forma barrera densa y ni enraíza tan fuertemente como los zacates utilizados en barreras vivas. Por esta razón se recomienda utilizar la barrera viva de piña solamente en pendientes suaves, de combinarlas con otras prácticas más eficientes y/o de alternarla con barrera viva de zacate o barreras muertas. (PASOLAC s.f)

#### **5.13.1. Taxonomía del cultivo**

Según CENTA (2011) Uno de los cultivos utilizados para la conservación de suelos empleados en curvas a nivel, es la piña de azucarón como se conoce comúnmente, ya que se establece con dos propósitos, uno detener la erosión del suelo y el segundo obtener un beneficio económico al vender el fruto, además de la gran capacidad de generar hijos los cuales ayudan a seguir extendiendo y renovar las barreras vivas, el cuadro 5. Presenta la clasificación taxonómica del cultivo.

#### **5.13.2. Descripción botánica de la piña**

CENTA (2011) señala que el sistema radicular de la piña es muy superficial, generalmente las raíces se localizan en los primeros 15 cm. del suelo, aunque pueden profundizarse hasta 60 cm. o más.

Cuadro 6. Clasificación taxonómica de la piña (*Ananas comosus*).

Nombre común:	Piña
Nombre científico:	<i>Ananas comosus</i>
Reino:	Vegetal
División:	Monocotiledóneas
Clase:	Liliopsida
Orden:	Bromeliaceae
Género:	Ananas

Especie:	Comosus
----------	---------

**Fuente:** tomado de CENTA 2011

**Tallo:** Se encuentra cubierto de hojas lanceoladas, es carnoso y se encarga de almacenar los nutrientes de la planta que son desarrollados por las hojas.

**Hojas:** Son envolventes dispuestas en forma de espiral, una planta adulta presenta de 70 a 80 hojas por planta. Los bordes de éstas pueden estar provistas de espinas o libres según la variedad. Son nombradas de acuerdo a su posición en el tallo, las que se localizan en la parte más baja son las A, B y C; las localizadas en la parte superior son nombradas D, E, y F. Las hojas “D” son las que se usan como muestra para la inducción floral. (CENTA 2011)

**Inflorescencia:** La inflorescencia contiene de 100 a 200 flores dispuestas en forma de espiral fusionadas entre sí y con el tallo central, dando origen a un fruto partenocárpico del cual la cáscara está formada por los sépalos y brácteas de la flor.

**Fruto:** Es no climatérico y su forma varía de cilíndrico hasta forma piramidal dependiendo la variedad.

**Hijos:** Del tallo central brotan los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para propagar la piña, estos son: basales que se forman en la base del fruto; los hijuelos de tallo que se desarrollan a partir de yemas axilares del tallo y los retoños que se originan en la base de éste, por la proximidad al suelo presentan raíces propias, cualidad que los convierte en aptos para una segunda cosecha; y la corona que se ubica en la parte superior del fruto. Para propagar la piña el material más recomendable son los hijuelos que se desarrollan a partir de las yemas axilares del tallo. (CENTA 2011)

### 5.13.3. Requerimientos climáticos y edáficos

Miranda (1992) señala lo siguiente:



**Clima:** El clima afecta la calidad de la fruta, tanto en la composición de azúcares y ácidos como en la susceptibilidad al daño por frío. Este cultivo se desarrolla bien de 50 – 600 msnm, a mayores altitudes la fruta tiende a ser más ácida; el rango favorable de temperatura oscila entre los 20 a 30 °C, incrementos en la temperatura ambiente y luz solar pueden provocar una reducción de la acidez de la fruta y mayor sensibilidad a daño por frío.

**Precipitación:** El óptimo de precipitación se estima entre 1200 – 2000 mm. Bien distribuido en el año. Los requerimientos mensuales mínimos de agua son de 50 mm por planta.

**Viento:** La piña es susceptible a períodos largos de viento, disminuyendo su talla hasta un 25%. Cuando se acompaña de lluvias abundantes los hongos penetran las heridas o roturas causadas por el frotamiento entre las hojas.

**Suelo:** Los mejores suelos para este cultivo son aquellos que son permeables, francos limosos y con un pH de 5 a 6. En suelos arcillosos se debe hacer énfasis en un buen drenaje, ya que estos tienden a retener mayor cantidad de agua, situación que propicia el desarrollo de enfermedades fungosas.

#### **5.12.4 Métodos de propagación.**

##### **- Por hijos**

Deben de seleccionarse por tamaño y tipo para uniformizar las áreas del cultivo.

##### **Tipos de hijos**

**Basales:** Son los que nacen en la base de la fruta, debe de dárseles un tratamiento y secado antes de sembrarlos, tiene gran capacidad de enraizamiento.

**Hijos de tallos:** Son producidos a lo largo del tallo, su peso ideal para la siembra es de 250 a 350 gr.



Figura 6. Diferentes tamaños de hijos de tallo

Fuente: Miranda 1992

**Hijos de retoño:** Emergen en la base de la planta, son los recomendados para obtener una segunda cosecha por la cualidad que tienen de producir raíces propias al tener contacto con el suelo.

**Procedimientos para establecer el cultivo:**

PASOLAC (s.f) señala lo siguiente:

- Con el aparato A se hace la curva a nivel, en seguida se hace con piocha una raya para aflojar el terreno.
- Los hijos de piña se siembran al fin de la época seca o al inicio de la época lluviosa en una distancia de 20-30cm entre plantas.
- La piña tiene un crecimiento inicial lento hasta que esté bien enraizada la planta. Se hace una pequeña zanja temporal arriba del surco de siembra para evitar el arrastre de la planta por la erosión. Se necesitan 4-6 deshieras por año para asegurar su establecimiento y para mantener la barrera de piña de manera rentable.
- Para una mejor efectividad de la barrera de piña para el control de la erosión, se puede establecer la piña en setos de 3 a 4 hileras.
- En parcelas con un alto riesgo de erosión se recomienda alternar las barreras vivas de la piña con barreras densas de zacate (limón, vetiver...).

## **Zacate *Pennisetum purpureum* o King Grass**

El Zacate King Grass, conocido en el medio salvadoreño como “Zacate Elefante”, es una planta de crecimiento Rápido, alta e híbrida que no es ni modificada genéticamente ni invasiva, es una planta perenne y se puede cosechar varias veces al año.

Según Rodríguez B. y Romero J (2017) El *Pennisetum purpureum* o King Grass es una planta de la especie gramínea perenne del género *Pennisetum*. Similar a la caña de azúcar. Es un híbrido entre *Pennisetum purpureum* schum y *P. americanum* (L.) K schum = *P. typhoides* (L.), conocido como pasto híbrido Napier; pasto híbrido elefante o pasto híbrido pennistum. La hibridación de estos pastos probablemente ocurrió naturalmente; la primera hibridación hecha por el hombre fue en 1941 en la india usando el *P. americanum* como materia femenina.

El pasto fue encontrado en África del sur por la compañía Westfalia Fruit Estates, llevado a la estación experimental de Tifton, Georgia, EEUU. Introducido a Panamá por la compañía de alimento (NESTLE) bajo el nombre de pasto Elefante Panamá o King Grass (PI 300-086), donde ha presentado buen comportamiento y gran aceptabilidad, investigaciones en Cuba indican muy buenos rendimientos durante la estación seca y con irrigación.

El interés energético en esta gramínea fue despertado recientemente, por su alta productividad tanto en forraje para alimento de ganado, como para su uso en biocombustibles, debido en gran parte a su corto periodo de crecimiento, su ciclo de corte para alimento ganadero dura alrededor de 60 días. Su corto periodo de crecimiento implica que a lo largo del año tenga varios cortes, así como necesidades hídricas diferenciadas de acuerdo con la edad dentro del corte y con la época del año. Es muy susceptible a las bajas temperaturas y en condiciones extremas de frío perece. Se cosecha usualmente en invierno, luego de las heladas, para quemarlas en plantas de energía. Ha sido propuesta como testigo de la plaga barrenador del tallo en Norteamérica, debido a que atrae a este insecto. (Muñoz 2018)

Los rendimientos del King Grass como alimento ganadero, son muy variables y dependen de las condiciones climáticas como temperatura, duración e intensidad de luz, cantidad y distribución de las lluvias y humedad; fertilidad de suelos, manejo y nivel de fertilización

utilizada. La fertilización nitrogenada incrementa la producción, el contenido de proteína cruda e incrementa la digestibilidad de la planta; pero esta tiende a bajar conforme aumenta la Edad de la planta por el incremento de tallo y disminución de hojas. (Rodríguez 2017)

Los rangos de producción van 20 a 43 TM de Materia Seca (MS)/ha/año con fertilizaciones desde los 140 kg N/ha/año con un manejo de cortes entre las 4 y 8 semanas de edad (Funes, 1984). Cabe mencionar que se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre la composición química del zacate “King Grass” como alimento ganadero, pero los resultados varían dependiendo de diversos factores como lo son el clima, el tipo de terreno donde se siembra, espacio entre cultivo, por mencionar algunos.

Taxonomía del zacate “King Grass”

a. Nombre científico: *Pennisetum purpureum*

b. Taxonomía.

- Reino: plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Subfamilia: Panicoideae
- Tribu: Paniceae
- Género: *Pennisetum*
- Especie: *P. purpureum*
- Nombre binomial: *Pennisetum purpureum*

c. Nombres comunes

- King Grass,
- Pasto elefante

### **Características típicas del cultivo.**

King Grass es una gramínea forrajera con vocación de corte adaptada a condiciones tropicales, adaptada de los 0 a los 2,500 msnm, con un rango amplio de distribución de lluvias y de fertilidad de suelos, incluyendo suelos ácidos de baja fertilidad natural. La especie es perenne y de crecimiento erecto, y puede alcanzar hasta 3 m de altura. El tallo es similar al de la caña de azúcar, puede alcanzar de 3 a 5 cm de diámetro. Las hojas son anchas y largas

con vellosidades suaves y no muy largas, verdes claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras. El King Grass ha tenido acogida en tierras altas y bajas, con suelos pobres y moderadamente ácidos, y con periodos secos prolongados (Ramírez et al., 2008).

El Pennisetum purpureum se adapta bien a temperaturas entre 18° y 30° C, con su óptimo crecimiento a 24°C. Presenta buen comportamiento desde suelos moderadamente ácidos a neutros con un pH de 4.5 a 6.2, y con mejor desarrollo en suelos francos profundos, friables y bien drenados, humedad alta y una precipitación entre 1,200 y 4,000 mm anuales.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Descripción del lugar de estudio

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Cojutepeque (Figura A-1), el cual es la cabecera departamental del departamento de Cuscatlán, se ubica en la zona paracentral de El Salvador, a 34 kilómetros al oeste de San Salvador y a 870 metros sobre el nivel del mar, la ciudad.

Las coordenadas de finca La Cruz son las siguientes:



Fuente: Google earth 2021.

Figura 7. Ubicación de Finca La Cruz

### **Situación de la condición de la finca.**

En la finca La Cruz se comienza a presentar el problema de erosión del recurso suelo, es por ello que los integrantes de la familia desean contrarrestar el problema, y evitar la pérdida del recurso.

Cuadro 7. Coordinadas de finca La Cruz.

Latitud (Norte)      13°43'49.16"

Longitud (Oeste)    88°56'43.86"

Altitud (msnm)      786 aprox.

Área total      28,000 metros cuadrado

Tipo de suelo: Franco Arcilloso.

En dicha finca no se practica ninguna técnica de conservación de suelo y agua, es por ello que actualmente con el cambio climático, el aumento de agua lluvias y demás factores, el recurso suelo de esta finca comienza a presentar problemas de erosión.

De tal manera que se planteó una propuesta de establecimiento de barreras vivas, tomando referencias bibliográficas de como implementar dicha técnica y de esta manera seleccionar los datos bibliográficos adecuados y recopilar los datos de campos que fueran de ayuda para poder proporcionar las recomendaciones adecuadas.

Los datos bibliográficos presenten en dicho trabajo se tomaron principalmente de la guía técnica dado por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova la cual es la que presenta mejores resultados para la mayoría de características que se presentó la Finca la Cruz y porque se adecua a las condiciones generales del país., así como también se tomó de referencias los datos establecidos en el Programa para Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, dicho programa nos presenta diferentes parámetros para el éxito de diferentes técnicas de conservación de suelo y agua. De esta manera se aumenta el éxito al combinar ambos datos bibliográficos para así poder proporcionar datos certeros y adecuados al productor.

## **6.2. Precipitación en el Municipio de Cojutepeque ( parte agroecológica de la zona)**

La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es de 297 mm. A lo largo del año, las temperaturas varían en 2.4 °C.

La humedad relativa más baja del año es en febrero (54.75 %). El mes con mayor humedad es septiembre (86.74 %).

La menor cantidad de días lluviosos se espera en enero, mientras que los días más lluviosos se miden en septiembre (Figura A-2).

A continuación, se observa una gráfica sobre la precipitación presente en los últimos días del mes de agosto del 2021. En el cual el dato se muestra de 375.33 mm en el municipio de Cojutepeque (Figura A-3).

## **6.3. Metodología de oficina**

Esta investigación es de tipo descriptivo, ya que se está aplicando experiencia y teoría existente, para poder llevar a cabo los procedimientos establecidos en este documento.

Se realizó la búsqueda bibliográfica de fuentes confiables que brindan el respaldo técnico para la implementación de la técnica mencionada anteriormente, como saber que cultivo presenta mejores adaptaciones a las condiciones de la finca, que nivel de pendiente es la adecuada para la implementación de la técnica, conocer los aspectos técnicos de las especies a utilizar, el tipo de suelo que debe poseer la finca para obtener los mejores resultados.

La recolección de información se dividió en dos etapas:

- Una primera etapa de recolección de información secundaria orientada a obtener información de la implementación de la técnica de barreras vivas, el tipo de pendiente, tipo de cultivos para asociar, las características que debe poseer el suelo, a su vez se consultaron los siguientes documentos base: Guía técnica de conservación de suelo y agua de PASOLAC, Guía técnica de conservación de suelo y agua de CENTA, tesis de Efecto de tecnologías de conservación de suelos, agroforestería y diversificación de cultivos, implementadas por el PAES, en Tenancingo y Guazapa, entre otros.



#### **6.4. Metodología de campo.**

##### **Caracterización de la finca**

Para obtener la información primaria, se tomó como unidad básica la finca del productor Fidencio Mejia la cual tiene por nombre finca La Cruz. La cual se ubica en Cojutepeque, Cuscatlán.

Dentro de la finca se realizan diferentes actividades, dentro de las principales se encuentra el cultivo de granos básicos como frijol, maíz, así como a su vez se siembra diferentes frutas y verduras entre estas tenemos, pipianes, rábanos, naranjas, mandarinas, mangos, entre otras frutas de temporada. Al mismo tiempo se realiza el cultivo de algunas plantas ornamentales.

Se tomaron diferentes datos del estado de la finca como las actividades que realizan, la pendiente del terreno, la textura del suelo, el moteado del lugar, la profundidad del suelo, presencia de lombrices; analizándolos desde el enfoque de sistemas de producción en el contexto de la conservación del recurso suelo y agua.

El método se aplicó en cuatro puntos para tener un promedio de la calificación del terreno.

- 1- Para el muestro, se tomó primero una porción de suelo de 20 cm x 20 cm x 20 cm como se menciona en la guía.
- 2- Luego se deja caer la porción de suelo a una altura de un 1 metro sobre una cubeta.
- 3- Mover los terrenos de suelo sobre una bolsa plástica tendida en el suelo y ahí ubique los terrenos más grandes en un extremo y los más pequeños sobre el otro extremo.
- 4- Luego comparar los terrenos con las imágenes de la guía, para asignar la calificación correspondiente.
- 5- Repetir los pasos anteriores en cada uno de los puntos elegidos.



## **6. RESULTADOS**

### **Documentación revisada**

#### **Vulnerabilidad de los sectores hídrico y agrícola**

Pérez, C. 2003, realizó una revisión de la información existente sobre los beneficios, los efectos y la adopción de las barreras vivas por pequeños productores de granos básicos en América Central; en el informe hace referencia a un estudio realizado por MARENA (2008a, 2008b) en una cuenca hidrográfica de gran importancia socioeconómica, permitió definir algunos impulsores de la vulnerabilidad de los sectores hídrico y agrícola al cambio climático: 1) la erosión/degradación de los suelos, particularmente en zonas de laderas; 2) la reducción o pérdidas de cosechas durante eventos extremos alternados entre sequías y tormentas tropicales; 3) acceso limitado a los mercados y a la información sobre el comercio de sus productos; 4) el alto costo de los insumos agrícolas, particularmente los agroquímicos, llegando a concluir que la vulnerabilidad de ambos sectores al cambio climático es mutua porque los recursos hídricos y la agricultura son interdependientes.

#### **Reconocimiento de la necesidad de las prácticas de conservación de suelo.**

Uriás, T y García, J. (1997) en un diagnóstico realizado en la comunidad Bolívar, perteneciente al municipio de Aguilares, San Salvador, entrevistaron 37 agricultores de 52 que conformaban la Comunidad, describen que el 80 % de agricultores entrevistados tienen conocimientos sobre conservación de suelos adquiridos en capacitaciones y charlas, justificando que ayuda a mejorar los suelos, conserva el agua, las barreras son útiles para defender el suelo, sin embargo, muy pocos manifestaron que las han implementado en sus parcelas, y los demás argumentaron la falta de tiempo y capital entre otros, aunque lo que en realidad afecta, es la falta de concientización del problema erosivo y de asistencia técnica para hacer un mejor uso del potencial de recursos que poseen en sus fincas. Sin embargo, en el estudio los agricultores también manifestaron una actitud positiva de incorporar árboles y prácticas conservacionistas, entre ellas las barreras vivas, aspecto que puede ser aprovechado para la implementación con proyectos orientados a hacer un mejor uso de los suelos y de los recursos presentes en la finca y mejorar así la productividad y rentabilidad de los mismos.

## **Adopción de las prácticas de conservación de suelo**

Pérez 2005, describe que la documentación revisada indica que los pequeños y medianos productores adoptan más las técnicas que consisten en el manejo de la biomasa, como la no quema, el manejo de rastrojos o barbechos y las barreras vivas. Estas últimas contribuyen a la reducción de la erosión, recuperación del agua de escorrentía y mejoramiento de la fertilidad del suelo—su eficiencia varía según la especie seleccionada.

Pérez (2005) en el informe del Manual de buenas prácticas describe que en el programa PASOLAC se realizó en el intermedio de la implementación del programa, la aplicación del método de Evaluación Participativa por Productores (EPP) para evaluar la adopción y los efectos de las técnicas de CSA (PASOLAC 2001). En el informe se indica que la adopción de CSA en Nicaragua, Honduras y El Salvador es de 75,3%, 20,9% y 54%, respectivamente. Sin embargo, estos productores implementan una o más técnicas de CSA en sus fincas, por lo tanto, es indispensable investigar con más profundidad cuáles son las técnicas con mayor frecuencia de adopción. Las técnicas de CSA más frecuentes son las relacionadas con el manejo de la biomasa, como la no quema, manejo de rastrojos y barreras vivas de diferentes especies. En ciertos casos las obras físicas suelen tener una representación relativamente alta, como el caso de Nicaragua, pero lo usual es que las técnicas de CSA con alta inversión de mano de obra, como las barreras de piedra y las acequias de laderas, sean menos frecuentes, siendo para los tres países el 71 al 77 % de productores que adoptan ( $\geq 3$  años) las barreras vivas.

## **Especies de barreras vivas utilizadas en países de la región centroamericana**

Las barreras vivas consisten en líneas de plantas, árboles, arbustos o pastos perennes que se plantan en dirección perpendicular a la pendiente de una ladera para evitar o reducir la erosión hídrica, retener e infiltrar agua en el suelo o mejorar la fertilidad del suelo. La selección de una u otra especie depende de varios factores, incluyendo el cultivo y la intensidad del manejo.

En ciertos casos, si el productor de granos básicos también se dedica a la crianza de animales domésticos (por ejemplo, ganado y aves), las barreras vivas pueden ser útiles para obtener producción de forrajes (cuadro 4.1), como el caso del pasto elefante o napier (*Pennisetum*

*purpureum Schumach*), la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*), o para obtener alimentos extras para la familia o las aves de corral, como es el caso del gandul (*Cajanus cajan (L.) Huth*). En Honduras se documentó una experiencia de conversión de barreras vivas a plantaciones de Aloe vera aprovechando las oportunidades del mercado (PASOLAC 2007). Esto representó ingresos adicionales a los pequeños productores de laderas.

En los últimos años de la década del 2010, los agricultores han optado por las especies de más rápido crecimiento y adaptación a diferentes climas y suelos, tal es el caso de Pasto Elefante schumach, que se puede establecer en suelos fértiles, arcillo arenosos, que conservan cierto grado de humedad y que no sean muy pesados. Se adapta a las condiciones tropicales y sub-tropicales, alturas sobre el nivel del mar 0 – 1.800 metros, aunque bajo los 1,500 se obtiene un mejor desarrollo. Temperaturas entre 17° – 27 °C (óptima 25°C). Precipitaciones anuales de 1.200 – 2.200 mm (milímetros). Su establecimiento se puede hacer en surcos a 0.8 – 1 metro, a de 16 – 25 centímetros de profundidad, utilizando como semilla material vegetativo (tallos), deben ser maduros, sanos y que tengan mínimo 4 yemas (Gonzales 2019)

Pasto Suazi (*Digitaria swazilandensis*) o Swazi es una planta herbácea, perenne y estolonífera originaria de África, que puede alcanzar alturas de hasta 40 centímetros, presenta tallos que se caracterizan por enraizar muy rápido para formar un colchón de follaje que es suave y muy denso, presenta una coloración verde claro. Se puede establecer en suelos bien drenados de fertilidad media a alta, Ph 5.5 y 7.0. Alturas de 0 – 1.800 msnm (metros sobre el nivel del mar). Temperaturas de 17 – 27°C y no tolera sombra. Precipitaciones anuales de 1.200 – 1.500 mm (milímetros).

### **Costo–beneficio de la adopción de técnicas de conservación de suelos y agua**

El análisis económico de la adopción de técnicas de conservación de suelos y agua debe considerar varios factores. Por un lado, los costos de las técnicas de CSA que se aplican en una situación particular; por otro lado, también se debe valorar el costo de la erosión o la pérdida de productividad del suelo y finalmente el costo–beneficio de la CSA desde el punto de vista de su rentabilidad en el marco de la producción de uno u otro rubro (Cárcamo et al. 1994, Mendoza y Cassel 2002, Pérez 2003). Estos costos son indicativos, ya que pueden variar según el sitio (por ejemplo, menor o mayor pendiente, disponibilidad de materiales,

costo de la mano de obra, etc.). Se observa una diferencia significativa entre los costos de instalación de técnicas de CSA basadas en el manejo de biomasa (no quema, manejo de rastrojos, barreras vivas) y las técnicas basadas en obras físicas (acequias de laderas, barreras muertas de piedra). La metodología de valoración económica de la CSA es aún más compleja si se integra el valor de la erosión del suelo en la finca o fuera de ella. Cuando se quiere estimar el costo de la erosión en la finca, se puede considerar la pérdida de nutrientes individuales (por ejemplo, N, P y K) o la pérdida en productividad de la parcela. Se ha discutido anteriormente sobre la dificultad de demostrar que las barreras vivas de algunas plantas leguminosas tienen un efecto significativo sobre los rendimientos (Mendoza y Cassel 2002).

El informe concluye que “Los pequeños y medianos productores de laderas tienen un menú de opciones para seleccionar diferentes técnicas de conservación de suelos y agua con diferencias significativas en la inversión necesaria para establecerlas y darles mantenimiento. Entre las opciones están las barreras vivas de distintas especies, las cuales han contribuido a fortalecer los sistemas de pequeños productores de laderas. Entre los efectos de estas barreras está la contribución a la retención de suelo, agua y mejoras en la fertilidad. Aunque todavía hay ciertas dificultades para determinar los efectos de la CSA sobre los rendimientos de los granos básicos al nivel experimental.

### **Análisis de Guías de conservación de suelos y agua**

Es importante señalar que existen diversas guías de conservación de suelo y agua, las cuales han sido posible gracias a las contribuciones indispensables de los agricultores y agricultoras, y de técnicos y técnicas de las entidades, que han compartido sus conocimientos y experiencias sobre las prácticas de CSA. Por ejemplo, una de las que se destaca es la elaborada por el Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central - PASOLAC – 1999, que fue el resultado de muchas consultas a productores, técnicos, revisión bibliográfica, en la que se sistematizó, las diversas experiencias y se validó en tres países (Nicaragua, Honduras y El Salvador) donde se validaron la mayoría de las prácticas que en ella se presentan y ha sido base para otras guías.

La guía se caracteriza por lo siguiente:

Paso 1. La caracterización de la realidad del productor: ¿Cuáles son las condiciones reales de la parcela y del sistema de producción, y cuáles son los objetivos del productor?

Para la determinación de estas condiciones se aplican criterios:

A. Criterios agroecológicos: Altura y precipitación de la zona; textura, profundidad del suelo, pendiente, etc. de la parcela

B. Criterios de condiciones de producción: Acceso a insumos, disponibilidad de mano de obra, sistema de producción, etc. de la finca

C. Criterios de objetivos y necesidades del productor: Control de erosión, mejoramiento de la fertilidad del suelo, etc.

Posterior a esas características se encuentra el paso 2: Identificación de las prácticas de CSA promisorias que coinciden con la realidad determinada

Comparación de las condiciones identificadas en paso 1 con las características de las prácticas de CSA, que permite la selección de las prácticas más promisorias.

Paso 3: Implementación de las prácticas

Para la implementación de las prácticas promisorias en el campo, se tiene que decidir en cada caso si la práctica necesita validación primero o puede ser transferida directamente.

Para hacer uso de esta guía es necesario para el productor tener el acompañamiento de un técnico, que le facilite seguir los pasos, una dificultad para muchos agricultores que no tienen base alfabética o es bajo su conocimiento.

Otra guía es la Guía técnica del CENTA 2021, PASOLAC 2012, RED SICTA, 2013, denominada GUÍA TÉCNICA DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA con información básica, producto de la experiencia acumulada por personal especializado en las ciencias del agro, de ensayos realizados en campo, del intercambio de conocimiento con otras instituciones que generan tecnologías agropecuarias y de bibliografía consultada.

La Guía del CENTA señala “la importancia de la conservación de los recursos naturales permite en las unidades productivas establecer sistemas de producción, que sean menos vulnerables ante el cambio climático y que promuevan el desarrollo de tecnologías sostenibles con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria de la población.

Además, señala que para lograr esto es necesario realizar un diagnóstico biofísico del lugar a intervenir con la finalidad de obtener información del terreno relacionado a:

1. Clases de suelo existentes,
2. Profundidad efectiva del suelo,
3. Pendiente del terreno,
4. Pedregosidad,
5. Grado de erosión,
6. Georreferenciación,
7. Drenajes del terreno,
8. Existencia de fuentes de agua,
9. Calidad de agua,
10. Altitud
11. Vegetación existente,
12. Sistemas de producción existentes (granos básicos, frutales, hortalizas, sistemas agroforestales, ganadería, potreros, sistemas de riego, tenencia de la tierra).

Esta guía aparte de los criterios o parámetros de estudio, va al grano con el inicio de la construcción de un nivel A para utilizarla en la medición de la pendiente y su medición, pero de forma descriptiva y muy poca ilustración al igual que la guía técnica del PASOLAC. Si bien contiene tablas de referencia y algunas ilustraciones para su aplicación, pero sigue siendo necesario el acompañamiento técnico.

Existe otra guía elaborada por el Programa del manejo Integrado de Plagas, la cual hace una descripción de los parámetros especificados anteriormente por el CENTA y PASOLAC, con mayor ilustración que las dos anteriores, sin embargo, fue elaborada para desarrollar un programa de formación a nivel de bachillerato, lo cual no la hace tan accesible para la mayoría de los productores. Interesante en su contenido porque desarrolla procedimiento, matrices y demás elementos para aplicarla en campo, pero como se describe que se requiere cierta formación y acompañamiento de un técnico en su aplicación.

Luego se revisó la guía de conservación de suelos y agua de RED SICTA 2013 esta es muy ilustrativa la cual se seleccionó para los propósitos requeridos de tener una guía de fácil

lectura, a través de ilustraciones que indican los procedimientos para poder llevar a cabo la determinación de la pendiente del terreno, la determinación del número de curvas y el procedimiento para hacer el trazo de las curvas al contorno, que en este caso se hicieron a nivel.

### **Propuesta de Guía para el establecimiento de barreras vivas**

A continuación, se presenta la propuesta de la guía para el establecimiento de las barreras vivas, siempre considerando el siguiente procedimiento. Además de proveer la información sobre el procedimiento de establecimiento de esta práctica de las barreras vivas en zonas de laderas para la conservación de suelos y agua, el documento busca divulgar la contribución que las barreras vivas pueden hacer a la estrategia de adaptación al cambio climático de pequeños productores en zonas de laderas.

Paso 1. Recorrido del terreno para tener un panorama de las condiciones en cuanto a suelo, vegetación, recursos, pendiente del terreno.

La Finca Cruz cuenta con un área total de 28,000 metros cuadrados, divididos en diferentes proporciones, utiliza el área de su terreno principalmente para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol) y árboles frutales, siendo principalmente, naranjas, mandarinas y zapote, los cuales en época de cosecha se recolecta el fruto de manera manual por el dueño y miembros de la familia, para luego llevarlos al mercado municipal de Cojutepeque y ahí poder comercializarlos, el comercio informal es la actividad económica principal del pequeño agricultor.

El agricultor también cuenta con lo que es el cultivo de frijol, rábano, pipián, tomate, los cuales también son comercializados y parte de estos son para el consumo de la familia.

Respecto al terreno, presenta un relieve ligeramente montañoso, debido a la zona donde se ubica. Desde el punto de vista social la finca se puede clasificar como tipo familiar, la cual consta de 7 miembros.

Mediante el tacto se determinó que el suelo presente en la finca es franco arcilloso. Se observó que el terreno hay presencia de vegetación, la cual en época de lluvia se lava por la escorrentía, en época de lluvias.

Para el productor de la finca La Cruz se le recomienda aplicar la técnica de barreras vivas, en este caso será de la combinación del cultivo de piña y el zacate penisetum.

**Mediciones para el cálculo de barreras vivas:**

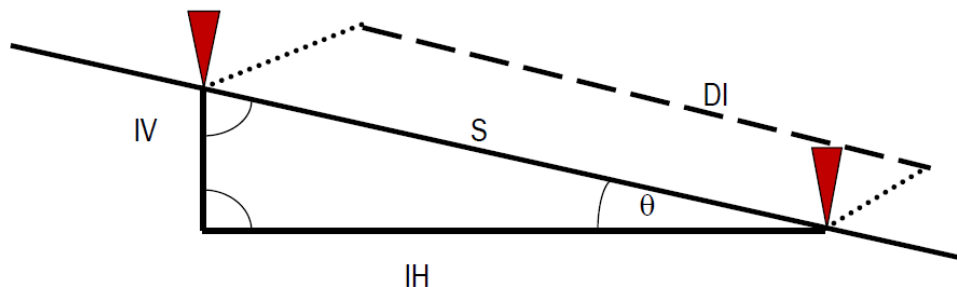
Existen métodos para determinar el número de las curvas a trazar en el terreno, para ello se necesita medir el área de terreno a conserva, la pendiente del terreno y luego con cálculos matemáticos se obtiene el número de curvas. Esto último también se puede realizar mediante tablas ya calculadas, las cuales resultan para los productores más factibles de averiguar el número de curvas a trazar con base al porcentaje de la pendiente.

Cuadro 8. Distanciamientos de obras de conservación

Pendiente del terreno (%)	Distancia entre las obras de conservación (m)	
	Granos básicos y hortalizas	Cultivos densos y permanentes
5	20	25
10	15	20
15	10	18
20	9	16
25	8	15
30	7	14
35	6	13
40	6	12
45	-	10
50	-	9
55	-	8
Más de 60	-	7

Fuente: CENTA 2017

Para poder determinar el distanciamiento entre las curvas al contorno se utilizó la siguiente fórmula:





$$IV = S + 4 / 10 \Rightarrow \text{metros}$$

Donde:

IV = Intervalo vertical entre curvas  
S = Pendiente en porcentaje  
4 y 10 = Factores de conversión

$$\theta = \text{arc tan "S"}$$

$$\text{Sen } \theta = IV / DI$$

$$DI = IV / \text{Sen } \theta \Rightarrow \text{metros}$$

**Medición de la pendiente con cinta métrica y el cálculo:**

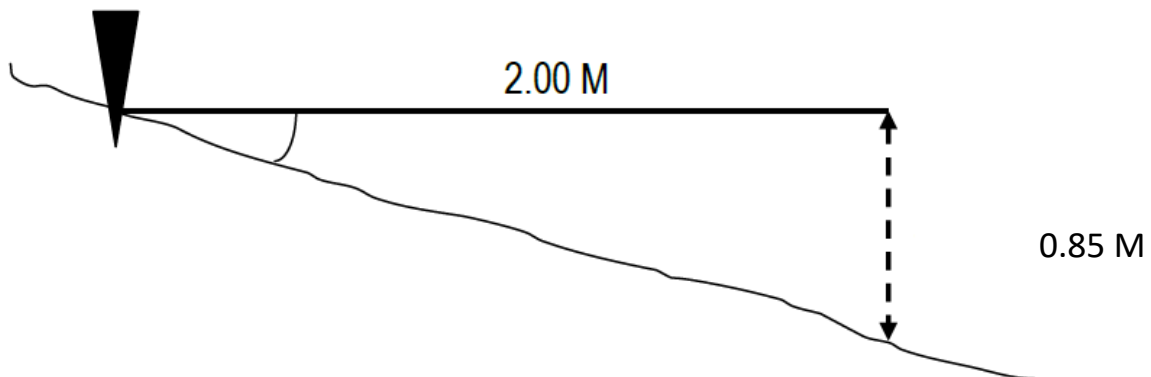


Figura 8: medidas para sacar pendiente del terreno.

$$\text{Pendiente} = \frac{0.85}{2} = 0.425 = 42\%$$

$$\sin^{-1} 0.425 = 23\%$$

Paso 2. Evaluación visual del terreno. Para esta evaluación se anexa una guía que presenta las características básicas del suelo, (ver anexo)

Paso 3. Análisis de la información del análisis del suelo.

Los resultados de la evaluación visual del suelo permitieron al agricultor conocer las condiciones del terreno con facilidad por ser un método sencillo que no requiere de una inversión económica.

Con la evaluación visual de campo se obtuvieron los resultados reflejados en el cuadro 6 que señalan el estado de las características físicas del suelo de la finca La Cruz, como sigue:

La textura del suelo en la finca la Cruz es Franco arcilloso, esto se realizó mediante la práctica de tacto, este tipo de textura, brinda una infiltración de agua, aireación y retención de agua media, ya que posee microporos adecuados para que el agua fluya, pero que a su vez nos permite la retención adecuada de ella, permitiendo la absorción por las raíces. (agregar cita)

La estructura del suelo es moderada, de agregados firmes en estado seco y friables en estado húmedo. Cabe mencionar que el suelo igualmente cuenta con una condición buena en cuanto a los poros presentes, ya que presenta mayor cantidad de macroporos y pocos microporos, lo que es asociado a una buena estructura del suelo, debido a que visualmente se logra observar como las raíces tienen paso, sobre este. Por lo tanto, estos datos indican que la condición del suelo de la finca la Cruz es moderada.

El suelo presenta color café claro, que lo califica la guía de evaluación visual en , lo que indica un contenido de medio a bajo en cuanto a materia orgánica, y esto también se refleja en la escases de lombrices en el terreno por lo cual se califica con 0. A pesar de esta condición el suelo presenta buena permeabilidad, ya que no presenta moteado, pero si buena aireación por la poca compactación del suelo; sin embargo la profundidad efectiva del suelo se ve un poco limitada y se refleja por la poca presencia de raíces en profundidad.

Cuadro 9. Evaluación visual de suelo.

Uso del suelo: Cultivo de granos básicos					
Departamento: Cuscatlán		Municipio: Cojutepeque			
Finca/lote:	La Cruz	Fecha: 18/09/2021			
Coordenadas	13°43'49.35"N				
Tipo de suelo					
Textura	Arenoso:		Arcilloso:	Franco:	X
Humedad	Seco		Lig. Húmedo	X Húmedo:	
Clima	Invierno:	X	Verano:	Canícula:	
Indicadores	Calificación		Factor		Valor/indicador
	0: pobre				
	1: Moderada				
	2: Bueno				
<b>Textura</b>	1		x 3		3
<b>Estructura y Consistencia</b>	1		x 3		3
<b>Porosidad</b>	2		x 2		4
<b>Color</b>	1		x 2		2
<b>Moteado</b>	2		x 1		2
<b>N.º lombrices</b>	0		x 2		0
<b>Compactación</b>	1.5		x 1		1.5
<b>Cobertura</b>	1		x 3		3
<b>Profundidad</b>	0.5		x 3		1.5
<b>Índice de calidad del suelo (suma de valores)</b>					<b>20</b>
<b>Interpretación calidad de suelos</b>					<b>Puntos</b>
Suelo pobre					< 10
Suelo moderado					10 - 25
Suelo Bueno					>25

Fuente propia

Con base en el resultado de las características físicas del suelo el índice de calidad del suelo es de 20, lo cual indica que el suelo posee una condición moderada, que requiere como se visualiza el gráfico 1, desarrollar actividades en función de mejorar las características de la cobertura y contenido de materia orgánica (gráfico), para que haya una mayor actividad biológica y esta mejorara las condiciones de estructura del suelo, mayor retención de humedad. Sin embargo, a estas actividades hay que agregar el establecimiento de barreras

vivas, como también hacer uso de un sistema de asocio de cultivos que pueden ser con leguminosas y los cultivos principales del agricultor.



Figura 8. Gráfico radial o conocido como de telaraña

Paso 4. Elaboración de un nivel tipo "A" para llevar a cabo la medición de la pendiente del terreno y el trazo de las curvas al contorno a nivel.

#### Construcción del nivel A.

- Se cortaron dos varas de 2.10 m de largo, que estas formaran lo que son las patas del nivel A.
- Luego se cortó una tercera vara con una medida de 1.50 metros de largo, este fue el travesaño.
- Se colocaron las varas una sobre la otra y sujetaron, esto se puede realizar con cuerda, alambre o uniéndolas con un clavo para mayor firmeza en uno de los extremos, a 10 cm de la punta.
- Se clavo un extremo del travesaño a un metro de altura de la pata A.
- Se abrió la segunda pata a una distancia de 2 metros de la primera y se clava el otro extremo del travesaño. Como se muestra en la siguiente imagen ilustrativa.

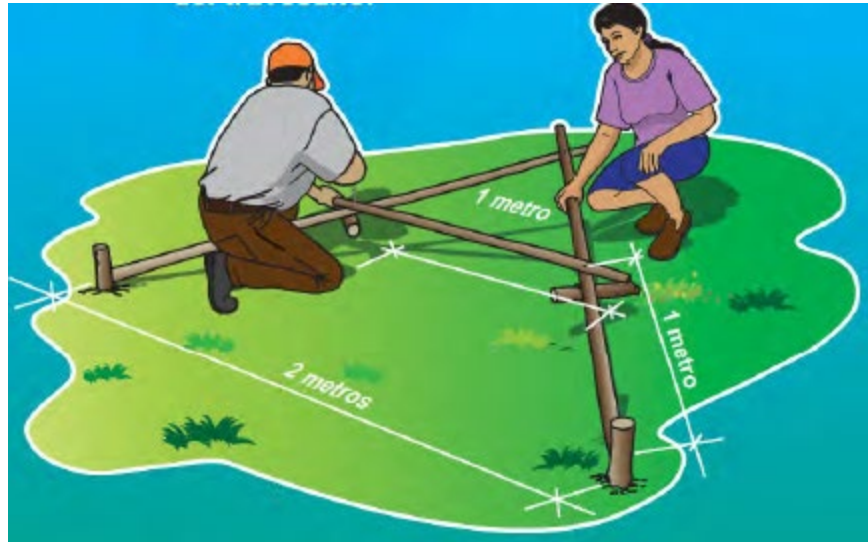


Figura 9. Nivel tipo A y sus medidas

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- Posteriormente se amarra una cuerda delgada de 1.20 metros en el punto medio entre las varas. En la otra punta de la cuerda se amarra una piedra pequeña, para que cuelgue a 30 centímetros de distancia del travesaño, sirviendo esta como plomada. (también se puede utilizar un nivel de burbuja de aire, si no se quiere utilizar la plomada)
- Para calibrar el nivel tipo A: este debe colocarse en una zona plana, luego trace una línea o marque en la parte del travesaño donde cae la cuerda con la piedra.
- 

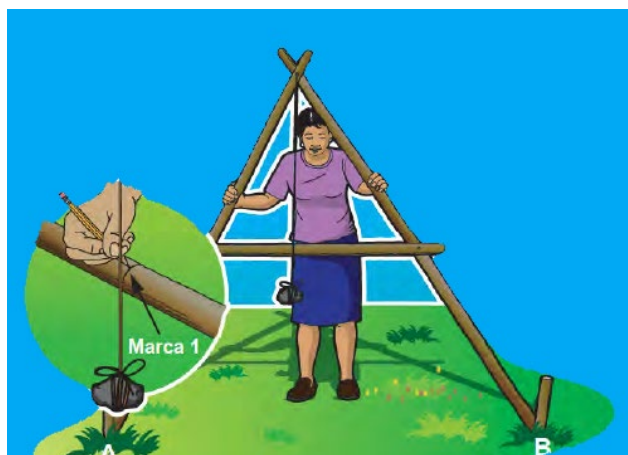


Figura 10. Calibración de plomada

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- Luego se le da una vuelta completa al Nivel A y trace una línea o marca donde indica la plomada, Entre esas dos líneas trace una tercera línea, que será la posición de la plomada. Esta línea nos indicará el punto de nivel cuando hagamos las mediciones de campo.

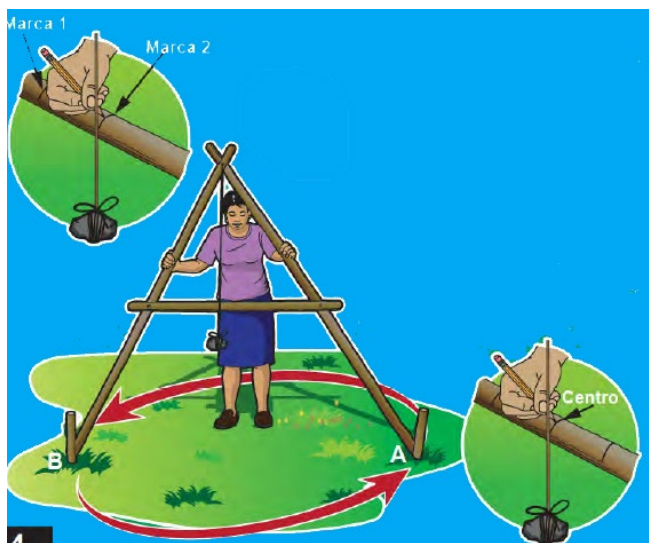


Figura 11. Posición de plomada.

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

Paso 5. Trazo de la línea madre como base del trazo de las curvas al contorno.

#### **Trazo de la línea madre.**

- Se coloca una estaca grande, visible, en el punto más alto de la parcela y otra en el punto más bajo, como se muestra en la imagen.

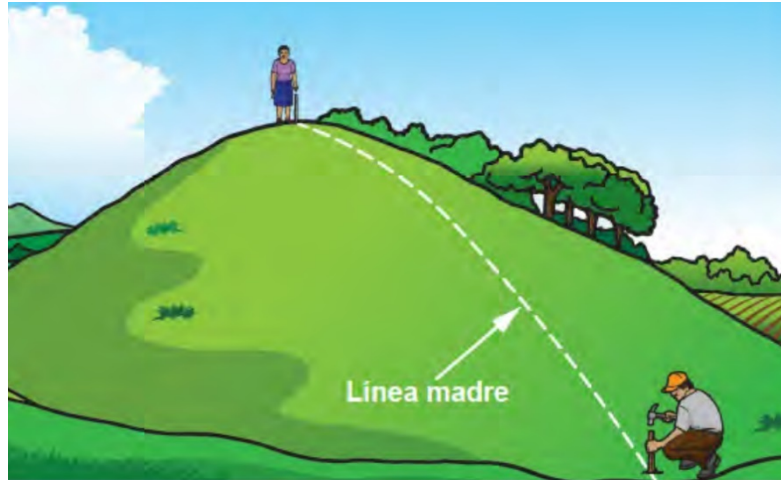


Figura 12. Colocación de estaca A y B.

Fuente: Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- Se coloca una pata del nivel tipo A en la estaca de arriba. Se mueve posteriormente la otra pata en dirección a la pendiente y en ese lugar se coloca otra estaca pequeña.



Figura 13. Movimiento del nivel A para colocar estacas

Fuente: Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- Repita los movimientos, en dirección de la pendiente y continúe colocando más estacas, cada 2 metros, hasta llegar a la estaca que se ubicó en el punto bajo de la parcela.

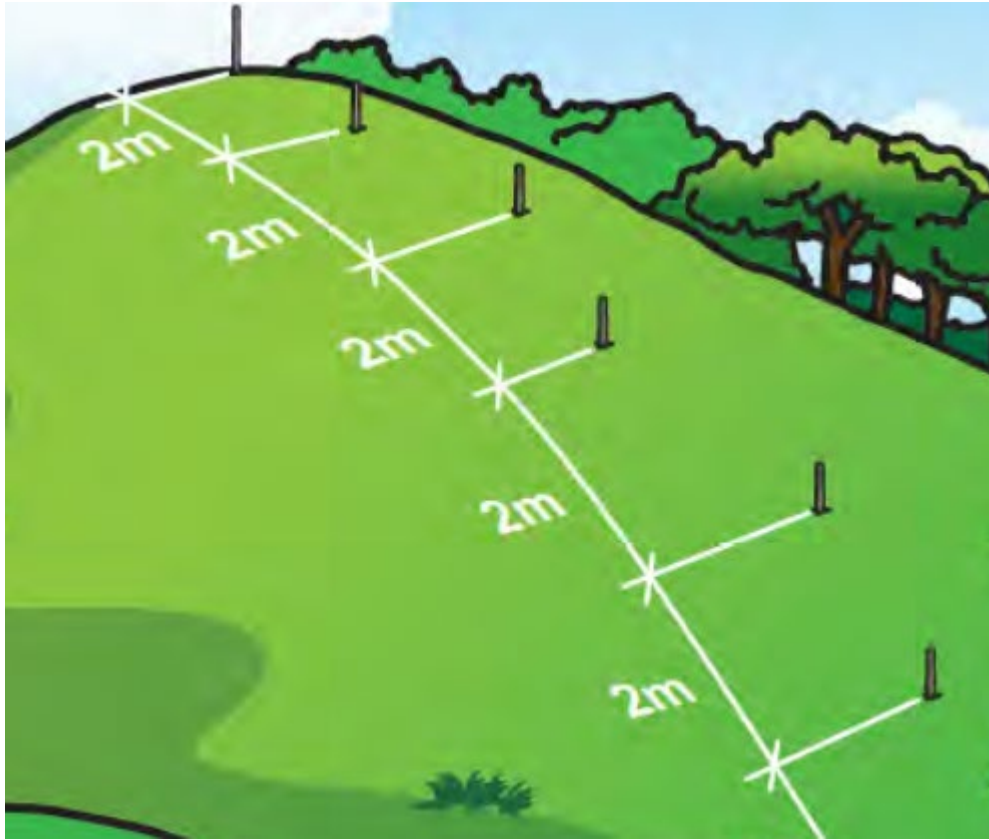


Figura 14. Estacas Colocas.

- Posteriormente se alinea cada una de las estacas.

Paso 6. Trazo de las curvas al contorno a nivel, mediante un estaquillado.

**Pasos para trazo de las curvas a nivel.**

- Se comienza en la estaca más alta de la línea madre y luego se mide hacia abajo, la distancia donde ira la primera curva a nivel. Clave una estaca. Coloque allí una pata del nivel A y mueva la otra pata al punto B hasta lograr la plomada. En ese lugar se coloca la segunda estaca.
- Siga girando el nivel A en la misma dirección, coloque más estacas en los nuevos puntos de plomada, hasta llegar al extremo de la parcela .



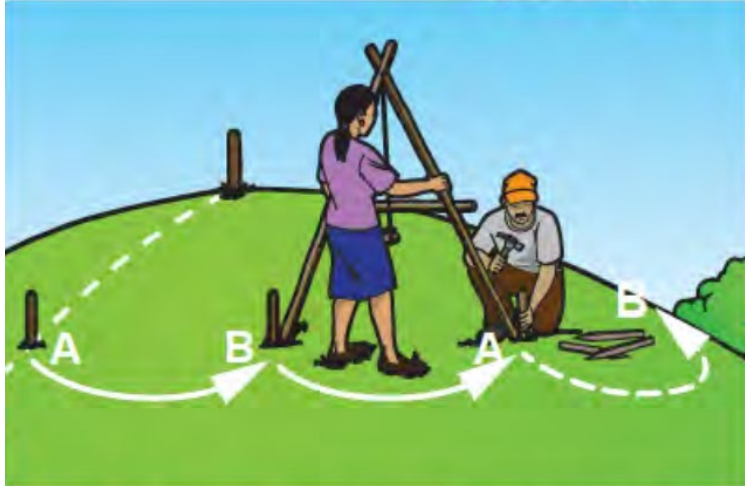


Figura 15. Giro del nivel tipo A, para colocación de estacas.

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- Luego se repite el trazo, pero esta vez hacia el extremo izquierdo de la parcela, hasta completar la primera curva a nivel.
- Luego de haber completado la primera curva a nivel, corrija la posición de las estacas para alinear la curva. Se moverán las estacas hacia abajo o arriba, sin mover dos estacas seguidas.



Figura 16. Alineado de estacas

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- Para la segunda curva a nivel, se midió la distancia desde la primera curva. En ese punto se coloca una estaca.

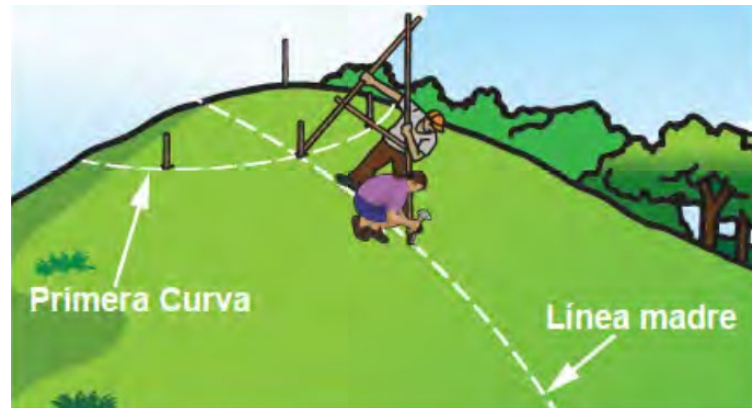


Figura 17. Medición de la segunda curva a nivel.

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- En la estaca colocada anteriormente se sitúa la pata del nivel A y gírela hacia la derecha, hasta encontrar el punto de plomada. Se clava una estaca en este punto B.

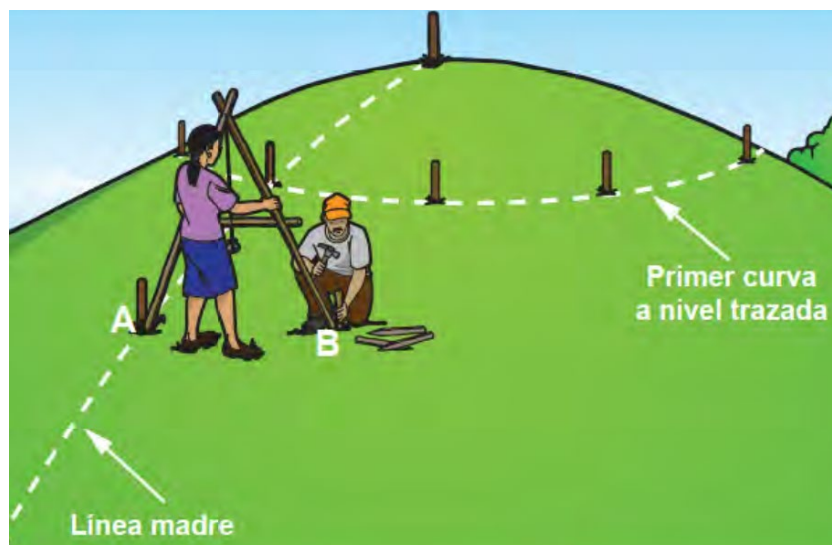


Figura 18. Colocación de la pata A hacia la B

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

- Repita el movimiento giratorio del nivel A, hasta llegar al extremo derecho de la parcela.
- Se realizaron los trazos hacia el extremo izquierdo del área. Luego se alineo cada una de las estacas, tal como se mencionó en los pasos anteriores.

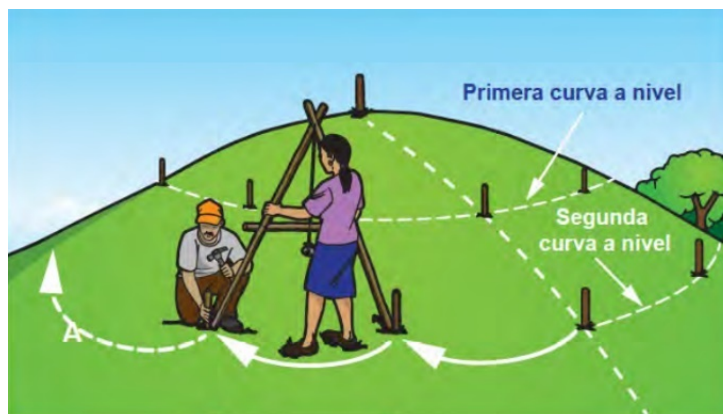


Figura 19. Trazos hacia el lado izquierdo.

Fuente: tomado

de RED

SICTA 2013.

Figura 20. Trazos hacia el lado izquierdo.

- Repetir cada uno de los pasos anteriores, hasta completar cada una de las curvas a nivel que se realizaron en el área.

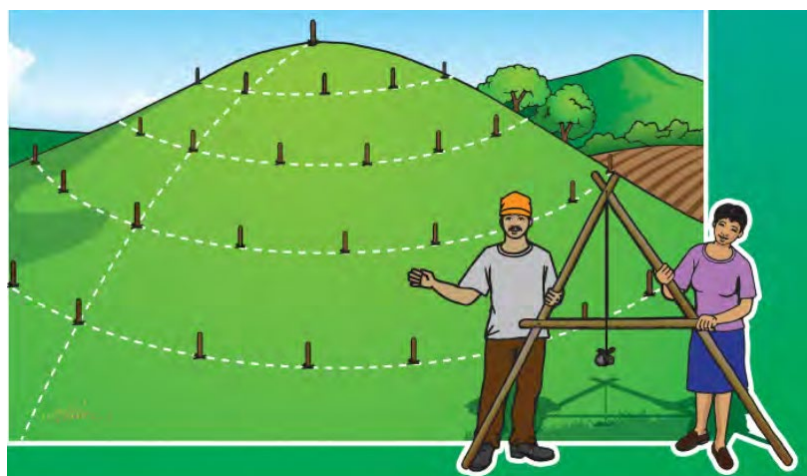


Figura 21. Diseño de las curvas a nivel.

Fuente: tomado de RED SICTA 2013.

Paso 7. Siembra de los esquejes de las plantas o zacates a sembrar según los siguientes distanciamientos

Con base en la pendiente del terreno se aplicó los cálculos para la determinación de la distancia entre barreras en el terreno:

- Pendiente: 23%.
- Intervalo vertical =  $(S+4/10) = 2.7$
- DI:  $2.7/0.22 = 12.59$  m. (Distanciamiento entre barreras)
- $\sqrt{7000} = 83.666$
- $83.666/ 12.59 = 6.64$  esto nos indica que serán 7 barreras en 1 mz.
- Largo de barreras:  $7 \times 83.666 = 585$  largo de barreras.
- Numero de esquejes que se necesitan:  $585/ 0.10 = 5,850$  esquejes de zacate.
- Costo de mano de obra:  $502/75 = 7$  días hombre.
- $\$7.50 \times 7$  días =  $\$52.50$  semanales.
- se presenta el distanciamiento que se tendrá entre barreras vivas.

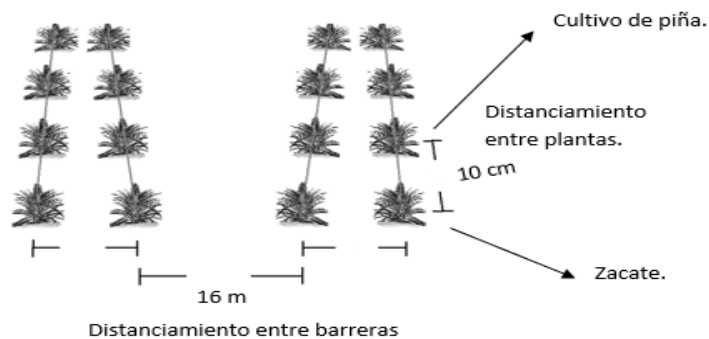
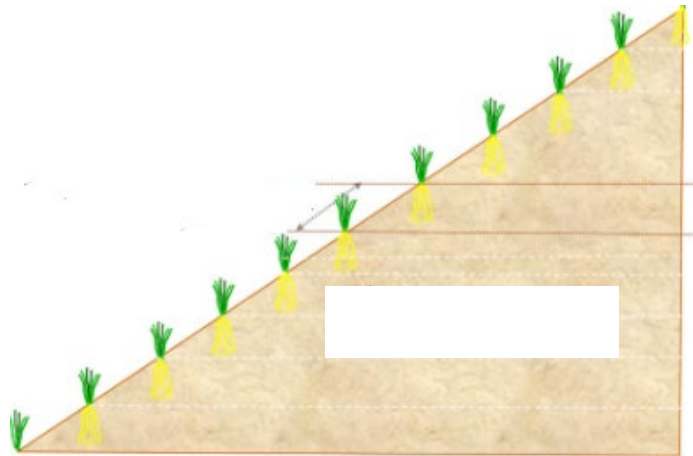


Figura 22. Croquis del distanciamiento de las barreras viva.

## Paso 8. Mantenimiento de las barreras vivas.

### Objetivos

- Realizar podas periódicas de las barreras vivas para que no ocupe espacio del cultivo: una poda al final del verano y otra al inicio de la postrera.
- Colocar rastrojos en el lado superior de la barrera viva, para la filtración de agua.

### Recomendaciones para el cuidado de barreras vivas “Planta de piñas”

- Eliminar las hojas que a medida la planta crece se secan, para evitar que se conviertan en un vehículo de enfermedades parasitarias.
- Mantener muy bien la iluminación
- Riego moderado en temporada seca
- Abono orgánico de preferencia en primavera y verano

### Recomendaciones para el cuidado de barreras vivas “King Gras”

- Una vez establecida, se puede cortar durante época lluviosa cada 2-3 meses, dependiendo del uso del material y de la sombra que provoca la barrera viva para los cultivos. En cultivos anuales hay que hacer por lo menos 2-3 cortes para reducir la sombra: al inicio de primera, al inicio de postrera y al inicio de apante.
- El King grass tiende a macollar fuertemente formando una barrera cada vez más ancha. Por esto se requiere una reducción del ancho de la barrera viva cortando las raíces cada 1-2 años para evitar que invada el cultivo. Se pasa con el arado por sus bordes o raleando las barreras con piocha.
- Se recomienda colocar el material de la primera poda a lo largo del lado superior de la barrera para mejorar la retención del suelo. Con un buen manejo de la barrera se acumula suelo en la parte arriba de la barrera y se forma paulatinamente una terraza.

### Costo de mano de obra.

Concepto	Establecimiento	
	Unidades	Costos
Mano de obra	7 D/H	\$7.50

## 7. CONCLUSIONES

- En conclusión, gracias a los resultados arrojados por la evaluación visual de campo se puede determinar que la finca La Cruz posee las características idóneas para la implementación de la técnica de barreras vivas.
- En resumen, las condiciones de suelo que se presentaron, son óptimas para el cultivo de piña lo cual es una solución adecuada como barrera viva, dicho cultivo puede servir con doble propósito, debido a que puede funcionar como barrera viva, y como cultivo de venta, permitiendo así, aumentar los ingresos económicos de este pequeño agricultor.
- En conclusión, el estudio coincide con la bibliografía consultada, y por ello el cultivo de la piña por sí solo no funcionaría para evitar por completo la erosión de dicho suelo, por lo tanto, este tipo de cultivo se debe combinarse con otro para lograr el éxito de evitar la erosión de dicho recurso y para que la producción de la piña sea significativa.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Altieri, MA. 1997. Agroecología: bases científicas de la agricultura alternativa. Chile. 132 pág.

Arévalo, G; Gauggel, C. 2009. Manual de prácticas 2009. Curso de suelos y nutrición vegetal. Zamorano, Honduras. 79 pág.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba”). El Salvador. S.f. Guía técnica de conservación de suelo y agua. (en línea) Consultado 3 jun 2021. Disponible [http://centa.gob.sv/docs/guias/recursos%20naturales/Guia%20Centa\\_SueloYAgua\\_3.doc](http://centa.gob.sv/docs/guias/recursos%20naturales/Guia%20Centa_SueloYAgua_3.doc).2018.pdf

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba”). 2018. Guía técnica de conservación de suelo y agua. La Libertad, El Salvador. 25 pág.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba”). El Salvador. 2011. Guía técnica del cultivo de la piña. (en línea) Consultado 3 jun 2021. Disponible <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20TECNICA%20PI%C3%83%E2%80%98%202011.pdf>

COMURES (Corporación de Municipalidades de la Republica de El Salvador) s.f. Experiencias municipales de desarrollo económico local. Cuscatlán, El Salvador. 3 pág.

Erickson, N. 2001. Manual de conferencias: ciencias de suelos. Zamorano, Honduras. 98 pág.

FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Chile. 2011. Prácticas de Conservación de suelos y agua para la adaptación productiva a la

- variabilidad climática. (en línea). Consultado 5 jun. 2021. Disponible <http://www.fao.org/3/as431s/as431s.pdf>
- Hecht, S. 1998. Evolución del pensamiento agroecológico. Programa de Educación a distancia Centro de Investigación y Desarrollo. Lima, Perú. 4-18 pág.
- MANOIC (Movimiento de Productoras y Productores Agroecológicos y Orgánicos de Nicaragua). 2016. Manual Agroecológico. Managua, Nicaragua. 72 pág.
- Miranda, L. 1992. Memoria curso taller: conservación de suelos agrícolas y productividad. Cooperación técnica suiza (COTESU), Cochabamba, Bolivia. 54 pág.
- Modesto, J. 2008. Efecto de tecnologías de conservación de suelos, agroforestería y diversificación de cultivos, implementadas por el PAES, en Tenancingo y Guazapa (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 11 dic. 2021. Disponible <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1607/1/13100622.pdf>
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1999. Guía técnica de conservación de suelos y agua. 1 ed. San Salvador, El Salvador. 205 pág.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 2012. Obras de conservación de suelos y agua en laderas. (en línea). s.l. Consultado 5 jun 2021. Disponible <http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). S.f. Barrera viva de piña. (en línea). s.l. Consultado 5 jun 2021. Disponible [http://www.funica.org.ni/docs/conser\\_sueyagua\\_19.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_19.pdf)
- Pérez C. 2005. Buenas prácticas agrícolas para la adaptación al cambio climático. (en línea). s.l. consultado 23 mar. 2022. Disponible <http://www.sidalc.net/repdoc/A3831e/A3831e.pdf>

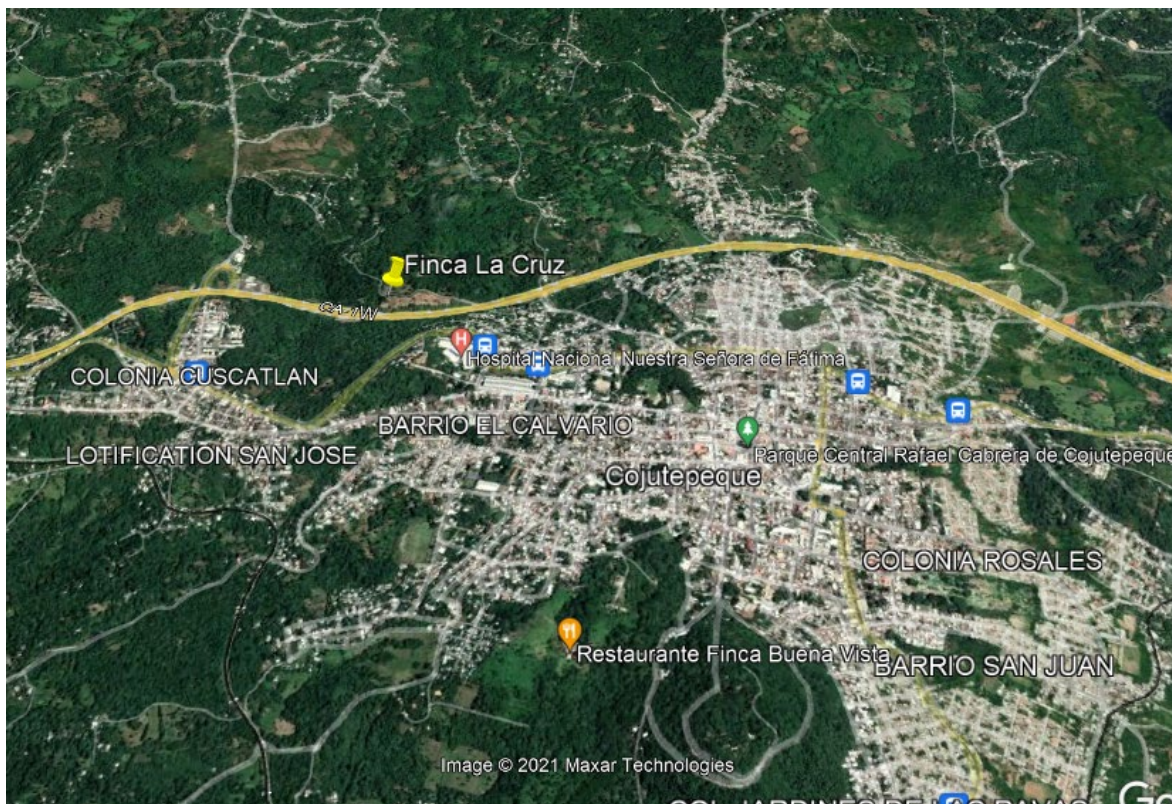


Raudes, M; Sagastume, N. 2011. Modulo 3, Conservación de suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 pág.

Reilly, JP; Trutmann, P; Rueda, A. 2002. Guía de salud de suelos: Manual para el cuidado de la salud de suelos. Zamorano, Honduras. 162 pág.

Restrepo, MJ; Angel M, DI; Prager MM. 2020. Agroecología. Santo Domingo, República Dominicana. 134 pág.

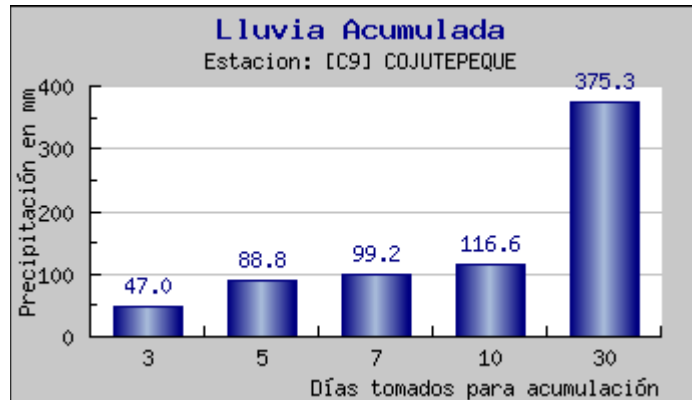
## 10.ANEXOS



Anexo 1. Mapa del municipio de Cojutepeque.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	23.7	24.5	25.1	25.3	24.3	23.6	24.2	24	23.2	22.9	23	23.5
Temperatura mín. (°C)	18.6	19.2	19.9	20.8	21.1	20.7	20.7	20.7	20.4	20	19	18.7
Temperatura máx. (°C)	30.3	31.3	31.8	31.1	29	28	29	28.7	27.5	27.2	28.3	29.6
Precipitación (mm)	4	4	17	62	238	264	178	226	301	240	49	10
Humedad(%)	56%	55%	57%	65%	79%	84%	79%	82%	87%	84%	71%	62%
Días lluviosos (días)	1	1	4	10	18	18	16	18	20	17	6	2
Horas de sol (horas)	9.8	10.0	10.0	9.9	9.3	9.1	10.4	9.6	8.3	8.3	9.5	9.7

Anexo 2. Condiciones climáticas del municipio de Cojutepeque en el año 2020



Anexo 3. Precipitación registrada en el municipio de Cojutepeque en el mes de agosto de 2021.



Anexo 4. Moldeado de bola de suelo para evaluación visual de suelo según textura.





*Anexo 5. Evaluación visual de porosidad del suelo*



*Anexo 6. Determinación de estructura del suelo.*



*Anexo 7. Determinación de pendiente con la ayuda del nivel tipo A.*



*Anexo 8. Construcción del nivel Tipo A.*



## Anexo 9. Guía de evaluación visual de suelos.

### Evaluación Visual de Suelos (EVS)

Es un método práctico, basado en la observación visual de las propiedades de la tierra que indican la calidad que esta posee: (color, estructura, consistencia, porosidad, profundidad). El conocimiento de esta información facilitará la interpretación de los indicadores y la calificación de ese suelo: pobre, moderado y bueno.

Está basado en la observación de importantes características y propiedades del suelo: Textura, Estructura y consistencia, Porosidad, Color, Moteado, Presencia de lombrices, Compactación, Cobertura, Profundidad.

#### TEXTURA.

Calificador visual (CV)	Clase textural	Descripción
2 (Bueno)	Franco limoso	Harinosa, ligeramente granular y pegajoso, sin grietas. Se puede moldear una bola cohesiva que se fisura cuando se aprieta.
1.5 (Mod. bueno)	Franco Arcilloso	Gránulos moderadamente pegajoso y plástico. Se puede moldear una bola cohesiva que se deforma sin fisurarse al apretarse.
1 (Moderado)	Franco arenoso	Muy granosa y harinosa ligeramente arenosa. Se puede moldear una débil bola cohesiva que se fisura cuando se aprieta.
0.5 (Mod. pobre)	Arena franca, Arcilla	<i>Arena franca</i> : Presenta un grano muy arenoso y áspero. Casi se puede moldear una pelota pero esta se desintegra cuando se aprieta el suelo entre los dedos. <i>Arcilla</i> : Tacto muy liso, muy uniforme y muy plástica. Se moldea una bola cohesiva que se deforma sin fragmentarse.
0 (Pobre)	Arena	Grano muy arenoso y áspero, no permite moldear una bola.

#### ESTRUCTURA



**BUENA CONDICION CV = 2**  
El suelo presenta una estructura pulverizable con predominio de agregados finos sin presencia significativa de terrones.

**CONDICION MODERADA CV= 1**  
El suelo presenta una proporción significativa (50 %) de terrones densos, firmes y de agregados friables, finos.

**CONDICION POBRE CV = 0**  
Estructura del suelo dominada por bloques grandes, densos, angulares o terrones sub-angulares, con muy pocos agregados finos.

## POROSIDAD DEL SUELO



**BUENA CONDICIÓN CV = 2**  
Los terrones o agregados de los suelos se presentan con muchos macroporos dentro y entre los agregados y pocos microporos, lo que se asocia a una buena estructura del suelo.



**CONDICIÓN MODERADA CV = 1**  
La presencia de microporos y macroporos dentro y entre los terrones ha disminuido significativamente, pero aún se observan al ver de cerca los agregados consolidados.



**POOR CONDITION VS = 0**  
Los terrones no presentan macroporos y predominan los microporos dentro del terrón, la superficie se observa lisa, masiva y con aristas o ángulos afilados al romperse.

## COLOR DEL SUELO



**BUENA CONDICIÓN VS = 2**  
Suelo oscuro que se parece al del suelo tomado en la cerca o lugar protegido.



**COND. MODERADA VS = 1**  
El color es algo más pálido que el del suelo de referencia, sin embargo el cambio no es mayor.



**CONDICIÓN POBRE VS = 0**  
El color es significativamente más pálido que el del suelo de referencia.



## MOTEADO DEL SUELO



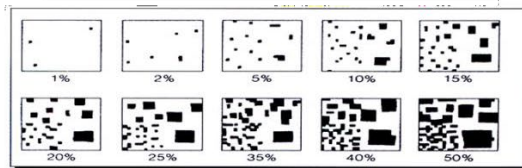
**BUENA CONDICIÓN VS = 2**  
Ausencia general de manchas.



**CONDICIÓN MODERADA VS = 1**  
El suelo presenta algunas (10-25%) de manchas de tamaño medio predominantemente naranjas.



**POOR CONDITION VS = 0**  
El suelo tiene abundantes (>50%) manchas de tamaño medio a grande, de color naranja y especialmente gris.



## LOMBRICES

Cal. Visual (VS)	Cantidad de lombrices (por cada 20 cm cúbicos de tierra)
2 (Bueno)	> 8 (preferentemente con al menos 3 especies)
1 (Moderado)	4 - 8 (preferentemente con al menos 2 especies)
0 (Pobre)	< 4 (predominantemente 1 especie)

## PRESENCIA DE PISO DE ARADO



### NO HAY PIE DE ARADO

La tierra tiene una resistencia a la penetración de cuchillo baja. Raíces nuevas y viejas, canales de lombrices y fisuras son comunes. El suelo superficial es pulverizable, con una estructura visible y un calificado visual de porosidad buena ( $\geq 1.5$ ).



### PIE DE ARADO MODERADAMENTE DESARROLLADO

Tiene un resistencia moderada al cuchillo. El suelo es firme con una estructura débil y porosidad moderada (0.5–1). Hay pocos canales de lombrices o raíces viejas y nuevas, así como pocas fisuras. Puede ocurrir algún moteado naranja o gris. *En la foto se indica el pie de arado moderadamente desarrollado con una flecha.*

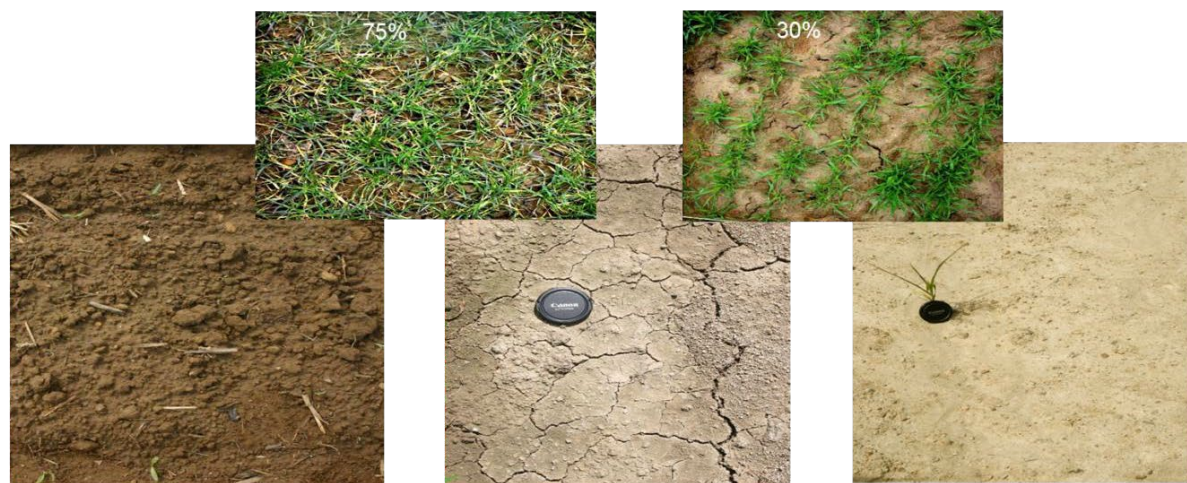


### PIE DE ARADO FUERTEMENTE DESARROLLADO

Tiene una resistencia alta al cuchillo. El suelo es muy compacto y maciso (sin una estructura visible) y tiene mínima porosidad (calificador visual de 0). No se observan canales de lombrices, raíces nuevas o viejas, ni fisuras. Puede ocurrir algún moteado naranja o gris. *En la foto se indica el pie de arado fuertemente desarrollado con una flecha.*



## COSTRA SUPERFICIAL Y COBERTURA



### CONDICIÓN BUENA CV = 2

Pequeña o ninguna presencia de costra superficial; o la cobertura vegetal superficial es mayor o igual a 70%.

### CONDICIÓN MODERADA CV = 1

La costra superficial presenta un espesor de 2 – 3 mm, agrietado de forma significativa; o la cobertura superficial es mayor de 30% y menor de 70%.

### CONDICIÓN POBRE CV = 0

La costra superficial presenta un espesor > 5 mm es casi continua con pequeñas grietas; o la cobertura superficial es igual o menor de 30%.

## PROFUNDIDAD EFECTIVA DE LAS RAICES

Calificador visual (CV)	Profundidad efectiva (m)
2.0 (Bueno)	>0.8
1.5 (Mod. Bueno)	0.6 – 0.8
1.0 (Moderado)	0.4 – 0.6
0.5 (Mod. Pobre)	0.2 – 0.4
0 (Pobre)	<0.2

### Ejemplo de una evaluación aplicando el método de evaluación visual del suelo

Uso del suelo:			
Departamento:		Municipio:	
Finca/lote		Fecha: / /	
Coordenadas			
Tipo de suelo			
Textura	Arenoso:	Arcilloso:	Franco:
Humedad	Seco	Lig. Húmedo	Húmedo:
Clima	Invierno:	Verano:	Canícula:
Indicadores	Calificación	Factor	Valor/indicador
	0: pobre		
	1: Moderada		
	2: Bueno		
Textura	1.5	X3	4.5
Estructura y consistencia	1	X3	3
Porosidad	1	X2	2
Color	0.5	X2	1
moteado	1	X1	1
Nº lombrices	0.5	X2	1
Compactación	1.5	X1	1.5
Cobertura	1	X3	3
Profundidad	1.5	X3	4.5
<b>Índice de calidad del suelo (suma de valores)</b>			<b>21.5</b>
<b>Interpretación calidad de suelos</b>		<b>Puntos</b>	
Suelo pobre		< 10	
Suelo moderado		<b>10 - 25</b>	
Suelo bueno		>25	

### PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL METODO DE EVALUACION VISUAL MATERIALES

- Una pala plana o recta,
- Una cubeta plástica
- Una bolsa plástica negra o carpeta
- Un frasco con agua (evaluar textura al tacto)
- Una cinta métrica
- Guía del campo
- Hoja de campo para anotar la calificación de los indicadores

### ¿CUÁNDO efectuar la prueba?

Esta debe realizarse cuando el suelo se encuentre en estado húmedo, de tal manera que el suelo se parta en fragmentos. Para asegurarse de la humedad para el caso de texturas finas tome una porción, manipule la muestra, procure hacer un rollo como un gusano entre sus manos. Si el suelo se rompe sin lograr hacer el rollo, este tiene la humedad para hacer la prueba. Cuando el suelo es arenoso no se podrá formar el rollo, pero debe tener suficiente humedad para hacer la prueba.

### ¿DONDE se hace el EVS?

Seleccionar 3 sitios representativos de toda la finca. Evite áreas con mayor deterioro y/o buena calidad.

En el caso de terrenos inclinados evaluar en la parte alta, media y baja, esto permite evaluar los efectos de la adición de biomasa y calidad de la tierra. Evite lugares de tránsito de personas, animales y maquinaria.

Seleccionar sitios de referencia, tomar una muestra de tierra bajo el cerco o bosque. Esto permite conocer la coloración natural del suelo sin los efectos de agroquímicos y otros manejos convencionales. (un croquis de preferencia que ubiquen con facilidad los lotes)

### ¿COMO se hace la EVS?

1.1. Para tomar la muestra, excave con la pala un cuadro de 20 cm x 20 cm x 20 cm. Esta muestra facilita tierra suficiente para evaluar la mayoría de los indicadores de calidad del suelo.



1.2. Deje caer la muestra extraída un máximo de tres veces desde una altura de 1 metro hacia el fondo de la cubeta plástica.



1.3. Transfiera el suelo hacia la bolsa plástica grande tendida en el suelo y ubique los terrones más grandes en un extremo y los terrones más finos en el otro extremo.



1.4. Con las tarjetas de calificación, asigne valor o calificación visual (CV) para cada indicador, comparando la tierra puesta en la bolsa plástica con las fotografías según la descripción detallada en esta guía campo.



