

| Categoría de Ficha | Medidas Relacionadas | Estándares Internacionales relacionados con la medida | Plazo de Implementación |
|--|--|--|-------------------------|
| <p>Las fichas Categoría A son medidas de sostenibilidad bioclimáticas valoradas como una práctica básica y necesaria como primer paso para la implementación de otras actividades, incluidas en: Manual de Agricultura Sostenible con énfasis en Biodiversidad y Cambio Climático</p> <p>A</p> | <p>3 Reincorporación de residuos orgánicos</p> <p>5 Control de arvenses por métodos no químicos</p> <p>6 Cobertura vegetal viva</p> <p>7 Labranza de bajo impacto</p> <p>11 Barreras naturales en áreas de actividad humana</p> <p>19 Zonas de protección de recurso hídrico</p> <p>29 Sensibilización en temas medioambientales</p> <p>30 Mapas de sostenibilidad</p> | <p>Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3 Requisitos: 4.4.1, 6.4.5, 6.5.3</p> <p>Criterio de Comercio Justo- para Organizaciones de Pequeños Productores 2019, V2.5. Requisito: 3.2.20, 3.2.21</p> <p>Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2. Criterio: 3.1.2, 4,2,1</p> <p>Aseguramiento Integrado Finca- Global GAP V5.4-1. Puntos de Control: CB/3.5</p> | <p>Hasta 2 años</p> |

Análisis y control de erosión



Descripción de la medida

Los suelos son fundamentales para la vida en la Tierra, sin embargo la presión humana sobre este recurso está llegando a límites críticos. El manejo sostenible del suelo es una práctica esencial de la agricultura sostenible, que además se convierte en un bastión para la regulación del clima y un camino para salvaguardar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad¹.

Según el informe de la FAO (2015) sobre el [Estado de los Recursos del Suelo](#), los procesos erosivos son una de las diez principales amenazas para la conservación de los suelos a nivel mundial¹.

La erosión puede definirse como un desgaste de la superficie terrestre causada por acción de agentes naturales (agua, temperatura, gravedad o viento) o por actividades humanas (agricultura, ganadería, minería, deforestación), generando afectaciones importantes en la fertilidad del suelo y desequilibrios en los ecosistemas².



Según datos del Organismo Internacional de Energía Atómica³ “IAEA”, en la actualidad la degradación del suelo afecta a 1.900 millones de hectáreas en todo el mundo, lo que representa aproximadamente el 65% de los recursos edáficos del planeta, siendo la erosión responsable del 85% de esa degradación, como el factor más contribuyente. Por otro lado, aproximadamente 1.500 millones de personas, es decir, la cuarta parte de la población mundial, dependen directamente de la producción de alimentos de tierras degradadas, mientras los sistemas agrícolas a nivel global pierden anualmente más de 36.000 millones de toneladas de suelo fértil a causa de la erosión del suelo, con un costo económico asociado a la erosión del suelo (dentro y fuera de las explotaciones agrícolas) cercano a los US\$400.000 millones al año.

En resumen la pérdida de materia orgánica y nutrientes, la acidificación del suelo, la acumulación de sedimentos y contaminación de las masas de agua, el deterioro de la flora y fauna acuática, la pérdida de biodiversidad, el aumento en inundaciones, la obstrucción de vías fluviales y la reducción del contenido de carbono en suelos son solo parte de los efectos asociados a la erosión⁴; Estos efectos pueden ser prevenidos a través de la detección temprana o gestionados por medio de la elección de prácticas de conservación de suelos.



¹ Informe del Estado de los recursos del suelo en el mundo. [FAO, 2015](#)
² Qué es la erosión del suelo: causas y consecuencias. [Ecología Verde, 2019](#)

³ Control de la erosión del suelo. [IAEA, 2020](#)
⁴ Erosión Del Suelo: Tipos, Cómo Evitarla Y Controlarla. [EOS Data Analytics, Inc., 2022.](#)

El conocimiento y la implementación de estas prácticas de acuerdo con las condiciones propias del medio contribuyen no solamente a controlar la erosión y crear un ambiente propicio para el desarrollo de los cultivos, sino también a la eliminación de otros factores que afectan la productividad de las tierras, tales como: baja fertilidad, compactación de suelos, baja infiltración, drenaje pobre y exceso de humedad dentro del perfil del suelo. Para esto es necesario estudiar las características del suelo existente, identificar las causas de la problemática, planificar y tomar acciones pertinentes según lo analizado y dar seguimiento a la eficacia de las actividades implementadas, temas que serán ampliados en la sección metodológica.

Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático

- Promueve la conservación de los suelos como reservorios claves de biodiversidad, favoreciendo el desarrollo de microorganismos asociados y protegiendo la flora y fauna local.
- Reduce la contaminación del agua por lixiviación de fertilizantes, que junto con sedimentos de suelo pueden llegar a ecosistemas acuáticos afectando su biodiversidad.
- Aumenta en la capacidad de remoción de dióxido de carbono atmosférico, a partir de la fijación de carbono en el suelo.
- Disminuye la sedimentación que obstruye el funcionamiento de proyectos hidroeléctricos externos, reduciendo el potencial de generación de energía renovable y menos contaminante.

Beneficios para la persona productora:

- Mejora el drenaje y la humedad del suelo, reduciendo pérdidas por escorrentía y evaporación.
- Incrementa el contenido de materia orgánica y mejora la estructura del suelo, favoreciendo el desarrollo y crecimiento del cultivo.
- Asegura la efectividad de los sistemas de riego, al evitar el uso de agua contaminada y cargada de sedimentos.
- Disminuye la compactación y la pérdida del recurso suelo.
- Reduce costos, al incrementar la retención de nutrientes y disminuir las pérdidas de fertilizantes aplicados, asegurando la productividad y la calidad de las cosechas.
- Permite obtener una mejor valoración de imagen de la persona productora a nivel local, regional e internacional, facilitando la comercialización de sus productos, fortaleciendo el cumplimiento de legislación nacional y protocolos de certificación como Rainforest Alliance.

Metodología de implementación de la medida

La implementación de prácticas de conservación de suelos requiere de un análisis y planificación previa, de forma tal que se aprovechen al máximo los recursos financieros disponibles y se puedan prevenir afectaciones futuras en torno a la erosión y solventar problemas ya identificados. Esto incluye la caracterización de elementos o factores causantes de la erosión, la identificación de las zonas con mayor riesgo de erosión o ya erosionadas (incluyendo el análisis de las causas de este fenómeno), y el diseño de un plan de intervención acorde con lo analizado. Asimismo, una vez que las actividades son ejecutadas, es necesario dar seguimiento a su efectividad y tomar las medidas

correctivas que correspondan para garantizar que los objetivos sean alcanzados.



Paso 1. Caracterización del sitio:

Existen una serie de elementos climáticos, fisiográficos y físico químicos que se relacionan de forma directa con la erosión de las tierras. Por un lado, hay agentes que cuentan con la capacidad de causar erosión en un periodo determinado, tales como la precipitación y el viento (erosividad⁵) y por otro lado se cuenta con elementos que determinan que tan susceptible es el suelo a ser erosionado, tales como la topografía del terreno, la cobertura vegetal existente y las características del suelo que influyen en su estructura y capacidad de infiltración, tales como textura, materia orgánica y densidad aparente (erodabilidad⁶).

La caracterización de estos factores dentro de la finca y la comprensión de cómo influyen en la erosión de los suelos permitirá tomar decisiones acertadas a la hora de seleccionar las técnicas de conservación pertinentes. A continuación se describen los elementos a caracterizar, su relación con los fenómenos erosivos y cómo pueden ser analizados por parte del productor.

a. Precipitación:

El volumen, la duración, frecuencia e intensidad de las lluvias determinan la susceptibilidad de los suelos ante los procesos erosivos. Estos factores se relacionan mutuamente para determinar la cantidad de suelo perdido después de una fuerte lluvia, ya que, a mayor intensidad y duración de ésta, mayor será la cantidad de suelo erosionado⁷. *Cómo analizarlo dentro de la finca:* Para una caracterización general existen instrumentos de consulta y acceso libre, como el [Sistema Aquastat](#) publicado por la FAO⁸. Ver la figura 1 para un ejemplo para la [Zona Bananera](#), Magdalena en Colombia.

| Month | Dec. mean | Temp. max. °C | Temp. min. °C | Temp. Mean °C | Rel. Hum. % | Sun shine Jan*Apr | Wind (km/h) | ET0 mm/m |
|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|----------|
| Jan | 9 | 23.5 | 12.4 | 20.0 | 84.2 | 190.88876 | 1.3 | 126 |
| Feb | 7 | 24.0 | 13.3 | 20.6 | 51.3 | 203.80547 | 1.3 | 128 |
| Mar | 10 | 24.5 | 13.1 | 20.8 | 54.8 | 203.225709 | 1.2 | 142 |
| Apr | 20 | 24.4 | 11.8 | 20.0 | 65.8 | 189.558960 | 1.2 | 126 |
| May | 25 | 24.2 | 11.8 | 20.6 | 71.6 | 180.402668 | 1.2 | 127 |
| Jun | 28 | 23.8 | 10.0 | 20.9 | 76.3 | 176.551191 | 1.2 | 112 |
| Jul | 25 | 24.3 | 10.8 | 20.6 | 72.7 | 179.929480 | 1.2 | 121 |
| Aug | 22 | 24.1 | 10.4 | 20.2 | 75.6 | 174.150594 | 1.2 | 116 |
| Sep | 17 | 23.7 | 10.1 | 20.9 | 77.2 | 178.026257 | 1.2 | 111 |
| Oct | 10 | 23.3 | 10.4 | 20.3 | 77.9 | 183.905993 | 1.2 | 108 |
| Nov | 10 | 23.2 | 10.1 | 20.1 | 75.5 | 188.353662 | 1.2 | 103 |
| Dec | 9 | 23.1 | 10.8 | 20.9 | 80.4 | 184.461934 | 1.2 | 118 |
| Total | | 2,804 | | | | | | 1,481 |

Figura 1. Ejemplo de caracterización general de suelo

Sin embargo, para un análisis más exacto a nivel de finca es importante la medición de datos en campo, mediante estaciones meteorológicas

b. Vientos:

La interacción del viento con suelos libres de vegetación y baja humedad, provoca la pérdida y arrastre de partículas. Asimismo, características del suelo tales como contenido de materia

⁵ La erosividad es definida como la agresividad de la lluvia sobre el suelo y, representa la energía con que las gotas de lluvia cayendo a determinada intensidad pueden romper los agregados superficiales en partículas de tamaño transportable. [Universidad Central de Venezuela, 1999.](#)

⁶ La erodabilidad se refiere a la susceptibilidad del suelo a la erosión por el agua o el viento. Esta es determinada primordialmente por la inclinación del terreno o grado de pendiente, por la superficie y posición de captación de impacto de la lluvia, por las cubiertas en la superficie y por la acción antrópica. [Pérez Salinas et al. 2019.](#)

orgánica y textura inciden de forma directa sobre la pérdida de suelo por acción del viento, siendo la velocidad de éste un factor determinante. *Cómo analizarlo dentro de la finca:* Para medir la velocidad del viento y determinar su dirección se recomienda el uso de estaciones meteorológicas o anemómetros localizados dentro de la finca o en sectores aledaños a ésta.

c. Topografía:

A medida que se incrementa la inclinación y la longitud de la pendiente, mayor es la cantidad de agua que fluye por escorrentía y mayor su capacidad erosiva⁹. *Cómo analizarlo dentro de la finca:* La elaboración de mapas de pendientes, así como la observación en campo a través de recorridos permiten identificar espacialmente esta condición. Para esto se recomienda el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como el QGIS¹⁰, utilizando como base, información de curvas de nivel accesibles a través de las entidades locales de información geográfica.

d. Cobertura vegetal existente:

Un suelo desnudo sin ningún tipo de cobertura vegetal es más susceptible a procesos de erosión que un suelo provisto con una cobertura densa. En términos hidrológicos, la cobertura vegetal suministra virtualmente una protección completa: el follaje impide la erosión por lluvia, al demorar la escorrentía y aumentar la infiltración, mientras que la acumulación de residuos vegetales forma un colchón protector eficiente y provee materia orgánica. *Cómo analizarlo dentro de la finca:* Un levantamiento en campo mediante Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) permite identificar las zonas desprovistas de cobertura vegetal para tomar decisiones en cuanto a su repoblamiento o implementación de medidas alternativas. En este sentido, la persona productora debe tener en cuenta la recomendación de manejo de arvenses por medio de controles no químicos, dejando al menos una capa uniforme de 5 cm¹¹.

e. Contenido de materia orgánica (MO):

La materia orgánica es un componente fundamental que determina la calidad y productividad del suelo al cumplir roles esenciales en el ciclo de nutrientes y favorecer el control de la erosión. La presencia de materia orgánica en el suelo estabiliza y mantiene las partículas en forma de agregados, ayuda a minimizar la compactación del suelo, favorece la porosidad, infiltración y almacenamiento del agua, reduciendo la escorrentía¹². *Cómo analizarlo dentro de la finca:* Para contar con una caracterización general de la presencia de materia orgánica en el suelo se pueden realizar [ensayos rápidos de campo](#), mientras que para una determinación detallada del contenido de materia orgánica presente es preferible tomar muestras de suelo en los primeros 30 cm de profundidad (en donde se cuenta con los principales contenidos de materia orgánica) y realizar un análisis en laboratorio según la recomendación técnica.

f. Textura del suelo:

La textura del suelo se refiere a la distribución de las partículas minerales de arena, limo y arcilla. Esta tiene una afectación directa sobre el régimen de infiltración del agua, siendo un aspecto de alta relevancia en torno a la erosión. Los suelos de textura arenosa presentan regímenes de infiltración acelerados, seguidos por los suelos limosos y francos con velocidades de infiltración menores. Por el contrario, suelos arcillosos cuentan con velocidades bajas de infiltración, siendo más susceptibles a la escorrentía cuando se presentan precipitaciones de mediana a

alta intensidad. Por otro lado, otro aspecto que debe considerar la persona productora es que los suelos arcillosos retienen más agua que los suelos arenosos, afectando la disponibilidad de agua para el desarrollo del cultivo y otras cubiertas vegetales de protección¹³. *Cómo analizarlo dentro de la finca:* Para determinar la textura del suelo existen diferentes métodos que van desde la aplicación de ensayos de campo con ayuda visual y tacto, a la determinación por medio de análisis de laboratorio (con técnicas tales como tamizado, sedimentación, uso del microscopio electrónico y turbidimetría), la cual brinda mayor exactitud. Para mayor detalle sobre los métodos de determinación de textura se sugiere revisar las guías publicada por [FAO](#) y la Universidad Nacional de la Plata ([UNLP](#)).



Foto: Finca Varcli, 2020

g. Densidad aparente del suelo:

La densidad aparente del suelo se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco (105°C). En este volumen se incluye tanto sólidos como los poros, por lo que la densidad aparente refleja la porosidad total del suelo. Valores de densidad aparente bajos (debajo de 1,3 kg dm⁻³) indican generalmente una condición porosa del suelo, mientras que valores de densidad altos son señas de compactación y aireación reducida que disminuyen la capacidad de infiltración del agua, acarreado problemas de erosión por la escorrentía¹⁴. *Cómo analizarlo dentro de la finca:* Existen diferentes métodos para determinar la densidad aparente del suelo. Uno de ellos consiste en obtener un volumen de suelo conocido, secarlo para remover el agua y pesar la masa seca resultante. Otro método difundido consiste en utilizar un cilindro metálico para obtener una muestra de suelo de volumen conocido sin disturbar la estructura natural del suelo, y después determinar la masa seca. Mayor detalle acerca de métodos para determinar la densidad aparente se puede localizar en la Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo ([USDA](#))



Paso 2. Identificación de zonas con mayor riesgo de erosión potencial:

En la actualidad se cuenta con diferentes modelos para predecir e identificar los sitios con mayor riesgo de erosión dentro de un área determinada, los cuales integran diferentes variables para determinar la pérdida potencial de suelo y pueden

⁷ Prácticas de manejo y conservación de suelos en el cultivo de banano. [Augura, 2010](#) / Predicción de la erosión. [Conicet, 2011](#).

⁸ [AQUASTAT](#) es el sistema de información global sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural, desarrollado por la División de Tierras y Aguas de la FAO. Su principal objetivo es el de suministrar a los usuarios información sobre el estado de la gestión del agua en el sector rural en diferentes países, incluyendo bases de datos, información

geoespacial, mapas, y otros.

⁹ Riesgo a la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera. [Cenicafe, 2010](#)

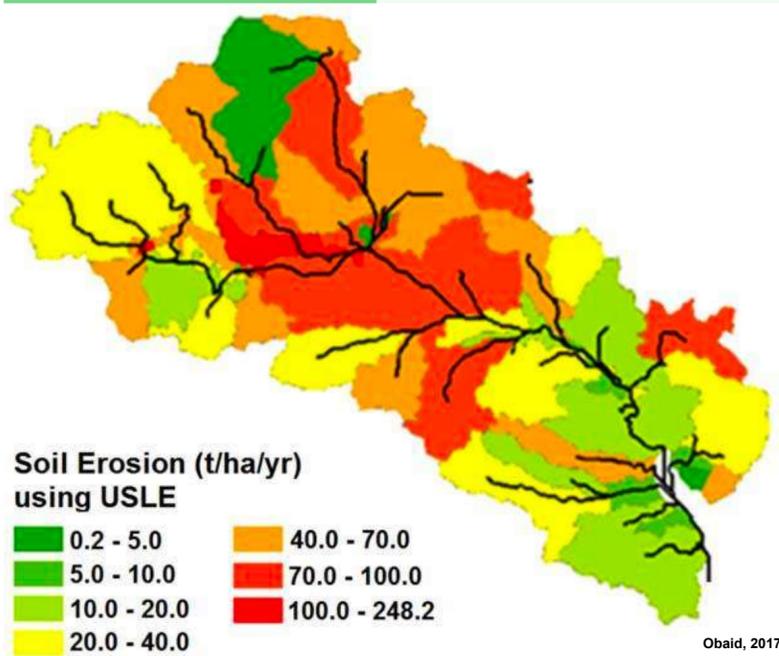
¹⁰ Ver [ficha #30](#) "Mapas de Sostenibilidad". QGIS cuenta con guías de usuario para la generación de mapas de pendientes en SIG.

ser representados espacialmente por medio de Sistemas de Información Geográfica, logrando una aplicación mucho más eficaz. Uno de los modelos más utilizados para proyectar la pérdida de suelos por erosión hídrica es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE¹⁴), la cual toma en cuenta seis diferentes factores:

Ecuación USLE

$$A=R \times K \times L \times S \times C \times P$$

- (A) pérdida de suelos promedio, por el periodo de tiempo representado por R "generalmente un año".
- (R) potencial erosivo de la lluvia
- (K) susceptibilidad de erosión del suelo
- (L) largo de la pendiente
- (S) magnitud de la pendiente
- (C) cubierta y manejo de cultivos y residuos
- (P) prácticas de conservación



La aplicación de este método dependerá de las condiciones particulares presentes en cada finca, por lo cual es recomendable apoyarse en personal técnico que cuente con las competencias necesarias en el área agronómica; así como consultar diferentes fuentes bibliográficas¹⁵ en donde se explica a detalle la interpretación de los factores mencionados. En este sentido, la Universidad Tecnológica de Hamburgo (TUHH), como parte de su proyecto [RUVIVAL](#), desarrolló diferentes herramientas de libre acceso, entre ellas la [Calculadora de Erosión del Suelo](#), basada en la Ecuación USLE.



Paso 3. Identificación de áreas erosionadas:

Para localizar las áreas afectadas por la erosión dentro de la finca se recomienda realizar recorridos para identificar visualmente la aparición de pedestales, terracetas, exposición de raíces, surcos o cárcavas, rasgos que podrían presentarse tanto de manera independiente como de forma simultánea debido a la acción erosiva del agua y viento. En este punto es importante utilizar la información recopilada en el paso 1 de este documento, para priorizar la ejecución de recorridos sobre aquellos sitios que podrían tener mayor susceptibilidad a la erosión según las características de topografía, cobertura vegetal, contenido de materia orgánica, textura y densidad aparente del suelo, elaborando mapas que ayuden a la ubicación y posterior control de estas secciones erosionadas.

Fenómenos presentados en suelo debido a la erosión por agua y viento¹⁶:

a. Pedestales:

Un pedestal es una porción de suelo protegida del impacto de las gotas de la lluvia por una superficie dura, como una piedra, un tronco seco, una raíz o algún otro material que la protegió de la erosión. Su altura permite deducir la profundidad aproximada de suelo que se ha erosionado.



b. Terracetas:

Las terracetas son desniveles que se presentan en una ladera, ocasionadas por la compactación del suelo, principalmente por paso de maquinaria o animales. Cuando más pendiente tengan los suelos son mayormente susceptibles a este fenómeno.



c. Surcos.

Los surcos son canales, con una profundidad inferior a 20 centímetros. Generalmente se encuentran alineados a la pendiente principal. Son resultado del escurrimiento de agua durante varias temporadas, y en general, se presentan en áreas donde el suelo está poco cubierto o desnudo. Son considerados un tipo de erosión severa.



d. Cárcavas.

Una cárcava es una depresión profunda, mayor a 30 cm, causada por un flujo concentrado de agua que puede formar un barranco en una ladera. Las cárcavas tienen formas distintas, a veces son muy profundas y angostas, otras veces pueden ser anchas y poco profundas.



¹¹ Ver ficha #5 "Control de arvenses por métodos no químicos"

¹² La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola. [INIA, 2018](#).

¹³ Guía para la descripción de suelos. [FAO, 2009](#).

¹⁴ Predicción de la erosión de suelos. [FAO, 1993](#).

La identificación de estos rasgos permite analizar cualitativamente los efectos erosivos y estimar la cantidad de suelo que se ha perdido en un área determinada, sin embargo, es difícil conocer la temporalidad del proceso, o la tasa anual de pérdida de suelo; dato que se podría analizar mediante métodos de medición y monitoreo¹⁶. Esto incluye el uso de instrumentos o herramientas de medición en sitio, tales como: trampas de sedimentos, transecto de cárcavas, perfil de suelos y valoraciones de daño utilizando el SIG, entre otros¹⁷.

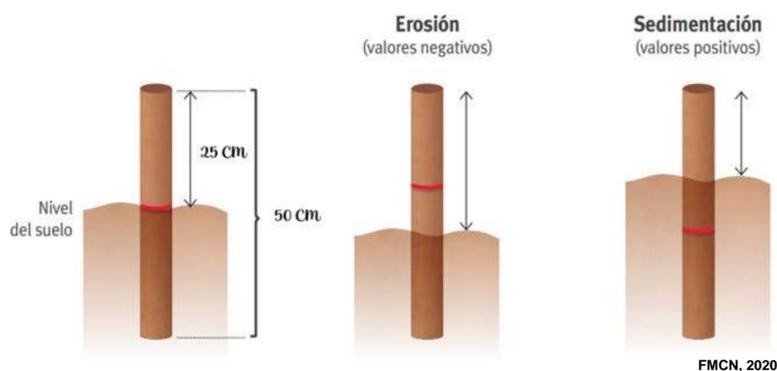
Uno de los métodos de mayor uso debido a su simplicidad desde la instalación hasta la toma de datos corresponde al de “clavos y rondanas” o “pines de erosión”¹⁷. En sí este método consiste en el uso de clavos o varillas enterradas en la superficie para medir la lámina de suelo que es erosionada. Las varillas pueden instalarse en cualquier pendiente y terreno con materiales reutilizables, de fácil instalación y lectura de datos por parte de la persona productora. Para esto se utilizan varillas de hierro liso de 50 cm de largo (con protección en la parte superior para efectos de seguridad del personal), en las cuales se marca al centro de la varilla (25 cm) un anillo rojo de aproximadamente 10 cm de ancho. La varilla marcada es introducida en la tierra hasta la marca de los 25 cm, de manera que la parte inferior del anillo toque ligeramente la superficie. Cada 5 metros se colocan las varillas formando un transecto, para medir de esta forma los milímetros de pérdida de suelo con base en la marcación realizada.



TEC, 2018

La cuantificación de resultados se realiza utilizando la fórmula: $P = H \times A \times DAP$. Donde: P= pérdida de suelo, H= altura de la lámina pérdida, A= área medida y DAP= densidad aparente (la cual debe ser determinada por la persona productora, según se explicó en la [Paso 1](#)). Con esto se obtiene la pérdida total de suelo en el área de estudio.

En el ejemplo (ver figura 1) la estaca del centro muestra que el suelo se encuentra por debajo de la marca, es decir, ha habido



FMCN, 2020

Figura 1. Ejemplo de uso de pines de erosión

un proceso de erosión, mientras que la derecha indica que el nivel del suelo está sobre la marca, es decir, hay un proceso de sedimentación que también es resultado de la erosión y el arrastre de material hacia este sitio.

Para complementar el análisis de los resultados, la persona productora debe tomar en cuenta los registros de las precipitaciones que se dieron en el período que duró la investigación y correlacionarla con la cantidad de suelo perdido.



Paso 4. Identificación y análisis de causas de la erosión existente:

Para identificar las causas reales de la erosión es importante comprender las interacciones entre diferentes elementos y procesos en finca relacionados con el uso y manejo de suelo, incluyendo patrones tecnológicos, sistemas de producción y condiciones propias del entorno. Para esto es necesario utilizar los datos de erosión real y potencial (Paso 2 y 3) y relacionarlos con factores climáticos y edáficos relevantes (Paso 1), y así poder identificar las relaciones entre componentes de los sistemas de producción y la erosión existente¹⁸.

Por ejemplo, una finca de producción de banano ubicada en Colombia desarrolló un mapa de zonas de riesgo de erosión en donde se incluyeron los lotes 2 y 3, los cuales presentan mayormente suelos arcillosos con muy escasa cobertura. Durante el 2022, se identificaron cárcavas prominentes en los dos últimos cables del lote 3, así como una importante cantidad de sedimentos en el canal primario; sin embargo al analizar posibles causas de erosión, se determina que durante ese año el nivel de precipitación fue bajo, razón por la cual se utilizó el sistema de riego por un periodo más prolongado de lo usual; sistema al cual se adaptó un equipo móvil de gran cañón (con un mayor consumo de agua). Por otro lado en ese sector se eliminó una cortina rompevientos que estaba generando un exceso de sombra en el cultivo y dificultaba la actividad de fumigación vía aérea.



Ejemplo de sistema gran cañón en finca de banano

¹⁵ La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo. [Universidad Politécnica de Valencia](#), 2005/ Manual del Usuario INTA-USLE Software de Erosión Hídrica. [INTA, 2015](#).

¹⁶ Manual para evaluar la erosión de los suelos en zonas forestales. [FMCN, 2020](#).

¹⁷ Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica. [PASOLAC, 2005](#).

¹⁸ Planificación de la conservación de suelos. [MAG, 1994](#)

Conclusión: En este caso el equipo técnico identifica que la erosión se ha incrementado por efecto de la escorrentia causada por el sistema de gran cañón el cual es poco eficiente, generando arrastre de suelo por las condiciones propias presentes en el lote, como poca cobertura y suelos arcillosos; sin dejar de lado un mayor impacto por viento en el sector, por la corta de la barrera.

Otras causas que provocan la erosión de los suelos¹⁹:

- Quemadas realizadas para incrementar temporalmente la disponibilidad de nutrientes.
- Destrucción de bosques para expandir la frontera agrícola y alteración de zonas de protección junto a fuentes de agua.
- Eventos externos como inundaciones.
- Uso excesivo de herbicidas y fertilizantes.
- Arado permanente de la tierra y prácticas de roza, dejando el suelo desnudo, deteriorando la estructura del suelo.
- Manejo inadecuado de las aguas de riego, drenajes deficientes y uso de aguas no aptas para riego.
- Sobreexplotación del suelo, construcciones y movimientos de tierra sin estudios de impacto.

Es importante identificar cuál o cuáles de estos elementos generales son causales de los procesos erosivos presentes en la finca, para posteriormente caracterizar los agentes o situaciones particulares que provocan dicha situación. Se recomienda realizar este análisis conformando dentro de la finca un equipo integral que considere la participación de técnicos, coordinadores y personal encargado de mantenimiento, lo cual permitiría analizar los diferentes puntos de vista en torno a las causas de la erosión y diseñar planes de intervención efectivos.



Paso 5. Diseño de un plan de intervención:

El plan de intervención, debe incluir las actividades específicas a ser implementadas (*Ver paso 6*), el presupuesto y cronograma, responsables, plazos, recursos necesarios para la ejecución y métodos a utilizar para dar seguimiento a las actividades. Es importante considerar que el plan debe responder no sólo a las causas generadoras de erosión sino también a las consecuencias identificadas durante el análisis; en este sentido algunos lineamientos²⁰ que la persona productora debe considerar para un manejo integrado de suelo, se citan a continuación:

- Aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorando las condiciones físicas (estabilidad estructural de los agregados y porosidad del suelo) y favoreciendo las tasas de infiltración y retención de humedad.
- Eliminar la presencia de capas endurecidas (primeros 100cm de suelo) cuando la compactación es severa.
- Propiciar un ambiente ideal para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos del suelo.
- Garantizar un adecuado flujo de aguas freáticas y superficiales.
- Reducir el escurrimiento superficial.
- Reducir los costos de producción y mantenimiento en la finca.
- Incrementar la fertilidad y productividad de los suelos.
- Reducir la contaminación ambiental y del suelo.



Paso 6. Implementación de prácticas de conservación de suelos:

A continuación, se enlistan una serie de prácticas de conservación de suelos²¹ que podrían ser implementadas en fincas de producción de piña y banano, como parte del plan de intervención diseñado por la persona productora.

| Práctica | Banano | Piña |
|---|--------|------|
| Siembra en contorno o curvas de nivel | | ✓ |
| Acequia o zanjas a nivel | | ✓ |
| Uso de coberturas vegetales | ✓ | ✓ |
| Uso e incorporación de residuos del cultivo en el suelo | ✓ | ✓ |
| Aplicación de abono orgánico y compost | ✓ | ✓ |
| Fraccionamiento o movimiento manual del suelo | ✓ | |
| Construcción de drenajes y canales | ✓ | ✓ |
| Protección y estabilización de taludes | ✓ | ✓ |
| Construcción de gavetas de sedimentación o infiltración | | ✓ |
| Uso de cortinas rompevientos o barreras vivas | ✓ | ✓ |
| Manejo eficiente del riego | ✓ | ✓ |
| Labranza mínima | ✓ | ✓ |



¹⁹ Prácticas de manejo y conservación de suelos en el cultivo de banano. [Augura, 2010.](#)

²⁰ Prácticas de manejo y conservación de suelos en el cultivo de banano. [Augura, 2010.](#)

²¹ Basadas en consulta técnica y diversas fuentes bibliográficas de instituciones: [IICA](#), [Augura](#), [INTA](#), [FAO](#), [TEC](#), [FMCN](#), [IICA](#), [PASOLAC](#)

²² Manual de trazado de curvas de nivel. [INTA, 2004](#)/ Manual para evaluar la erosión de los suelos en zonas forestales.

[FMCN, 2020.](#)

²³ Ver [ficha #3](#) "Reincorporación de residuos orgánicos de la cosecha al suelo- Mulch"

²⁴ Ver [ficha #2](#) "Abonos orgánicos líquidos y sólidos"



Siembra en contorno o curvas de nivel. Esta práctica consiste en labrar el terreno, hacer surcos y preparar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, siguiendo las curvas a nivel. Así, cada surco, era o hilera de plantas

forma un obstáculo al agua de escorrentía sobre la pendiente, evitando que adquiera la velocidad y fuerza necesaria para generar erosión y por ende un menor arrastre del suelo y nutrientes. Lo cual facilita otras labores del cultivo y evita la formación de surcos y cárcavas, actividad relevante para fincas de producción de piña. Para esta práctica es importante consultar manuales²² de trazado de curvas de nivel y buscar ayuda técnica para su aplicación.



Acequias o zanjas a nivel. Son canales que se construyen a nivel, en dirección transversal a la pendiente, para retener, conservar y ayudar a infiltrar el agua de lluvia que cae sobre las laderas. Por esta razón se recomiendan para

zonas con baja precipitación lluviosa. Cada zanja requiere la siembra de barreras vivas en el borde superior de su estructura, para que el agua de escorrentía, el suelo erosionado y otros sedimentos arrastrados por la lluvia no la destruyan. Cuando sea necesario, al final de cada acequia se pueden abrir pozos para infiltración de los excedentes de agua.



Uso de coberturas vegetales. La vegetación de cobertura se utiliza para proteger el suelo contra la acción directa de las lluvias, controlando la erosión laminar ayudando a disminuir la lixiviación y la sedimentación hacia drenajes y cuerpos de agua. Asimismo, la presencia

de cobertura sobre el suelo mejora las condiciones físicas (densidad, estructura, humedad y permeabilidad) y aumenta la micro y macrofauna. En las fincas agrícolas se pueden utilizar como cobertura especies nativas fijadoras de nitrógeno que no generen competencia por nutrientes, problemas de drenaje y proliferación de raíces y enraizamiento superficial, entre otros. Es recomendable realizar control mecánico de coberturas, evitando el uso de herbicidas.



Uso e incorporación de residuos del cultivo en el suelo.²³ El principal objetivo de esta práctica consiste en aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorando las condiciones estructurales, favoreciendo la infiltración y reduciendo la escorrentía. Para fincas de banano

es importante una correcta y homogénea distribución de los residuos del cultivo sobre el suelo (hojas, pseudotallos, raquis o vástagos) de forma tal que la superficie quede cubierta con estos materiales. En piña, para el manejo del rastrojo se puede trabajar mediante compostaje o mediante la técnica de eliminación en verde sin uso de herbicidas, utilizando maquinaria agrícola para la incorporación al suelo.



Aplicación de abono orgánico y compost.²⁴ El compost es el producto estabilizado que se obtiene de la descomposición biológica de materiales orgánicos frescos, incluyendo residuos animales y vegetales. Ayuda a mejorar las condiciones físicas de los suelos (estructura

y porosidad), incrementando la aireación y favoreciendo la infiltración y percolación, lo cual reduce la rapidez con la que se genera la escorrentía superficial. Asimismo, conforme aumenta la descomposición de los residuos vegetales incorporados se aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorando la densidad, la retención de la humedad y reducción del impacto de las gotas de lluvia al actuar como una cobertura sobre este, ayudando a evitar también la erosión por viento.

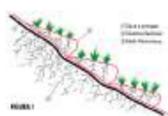


Fraccionamiento o movimiento manual del suelo. La implementación de esta técnica es recomendable cuando la compactación del suelo es severa (densidad aparente alta). La acción de fraccionar y romper los agregados

permite descompactar el suelo, ayudando a aumentar la porosidad, incrementar la infiltración, mejorar la capacidad de enraizamiento y de retención de humedad del suelo. Para su ejecución se requiere utilizar una herramienta denominada "trincho" (herramienta metálica provista de varias agujas) con la cual se penetra el suelo entre los 30 y 40 cm de profundidad después de haberle aplicado fuerza manual de forma homogénea. Es de suma importancia considerar que la aplicación de esta práctica únicamente es recomendable en suelos de texturas medias. No es aconsejable implementar el fraccionamiento en suelos de textura liviana tales como arenosos, franco arenosos y limosos, ya que la estabilidad estructural de los suelos con tales tipos de texturas es muy baja, por lo que el fraccionamiento de la estructura podría provocar una alta susceptibilidad a la erosión. Asimismo, una vez que el suelo ha sido fraccionado es necesario implementar medidas inmediatas de protección (tales como la aplicación de abonos orgánicos e incorporación de coberturas vegetales), para evitar que las capas descubiertas de suelo sean lixiviadas por efecto del agua.



Construcción de drenajes y canales. La construcción de sistemas de drenaje a través de canales pretende eliminar o evacuar el exceso de agua presente en la superficie y el interior del cultivo, ya que el exceso de humedad afecta a su vez el crecimiento y desarrollo del cultivo. La planificación del sistema de drenajes debe considerar propiedades físicas del suelo cultivo.



Protección y estabilización de taludes. Los taludes de los canales de drenaje suelen ser puntos de alta probabilidad de erosión, debido a sus características topográficas y a que

comúnmente para su construcción suelen quedar desprovistos de capa vegetal. Por tal razón es importante implementar prácticas de protección con coberturas naturales, geotextiles o muros de contención, de forma tal que se reduzca al mínimo la pérdida de suelo y sedimentación.



Construcción de gavetas de sedimentación o infiltración. Las gavetas de infiltración, son fosas rectangulares, construidas en la base de los canales, distanciadas una de la otra entre 10 a 20 metros. El largo de estas gavetas varía entre 50 y 100 centímetros, así como con una

profundidad entre los 20 y 30 centímetros. La función de estas estructuras también es la de frenar la velocidad de escorrentía dentro de los canales, así como favorecer (en el tiempo) la capacidad de la infiltración de las aguas a través del perfil del suelo; siendo esta una práctica aplicada en la



Uso de cortinas rompevientos o barreras vivas²⁵. Las cortinas protectoras son hileras de plantas perennes, nativas y de crecimiento denso, sembradas alrededor del perímetro de la finca, a orillas de caminos públicos o vías

internas, que tienen el objetivo de cortar o reducir la velocidad del viento, evitando afectación al cultivo por corrientes fuertes de aire y erosión eólica. Estas deben ser sembradas de forma perpendicular a la pendiente del terreno o a la dirección del viento, con la finalidad de reducir el poder erosivo. Es importante considerar el mantenimiento de estas especies a partir de una poda de control lateral de forma tal que su protección continúe, pero no impida o afecte las prácticas de producción dentro de la finca.

²⁵ Ver ficha #11 "Barreras naturales en áreas de actividad humana"

²⁶ Ver ficha #7 "Labranza de bajo impacto"



Manejo eficiente del riego: El uso y manejo eficiente del riego es un factor imprescindible para la protección del suelo contra la erosión. Un manejo eficiente implica aplicar la cantidad de agua necesaria para el desarrollo

óptimo del cultivo, teniendo en cuenta las necesidades hídricas, la precipitación, la evapotranspiración, el tipo de suelo, la velocidad de infiltración, la profundidad radicular del cultivo, la profundidad efectiva de los suelos y la topografía. La aplicación de una cantidad de agua superior a las necesidades según los aspectos mencionados anteriormente podría provocar encharcamiento, y por ende una posible movilización de agua superficialmente, lo cual en muchas ocasiones es factor importante de erosión dentro de la finca.



Labranza mínima²⁶. La labranza mínima o mínimo movimiento del suelo consiste en intervenir lo menos posible el suelo al momento de cultivarlo, de tal manera que no se interfiera en los procesos naturales que

se desarrollan en él. La aplicación de esta práctica, conlleva diferentes beneficios, tales como: la protección de la humedad en el suelo debido al aumento de infiltración y reducción de evaporación, protección de la estructura del suelo, la no interrupción de los drenajes y la estimulación de la actividad biológica.



Paso 7. Seguimiento de la efectividad de las prácticas implementadas:

El seguimiento al plan de intervención diseñado es crucial para confirmar el grado de efectividad en los resultados; considerando que más allá de asegurar que las actividades planificadas han sido ejecutadas, es de mayor relevancia determinar el nivel de impacto real de las prácticas en la conservación de suelos de la finca. Para lo cual la persona productora, debe tomar en cuenta los métodos de medición de erosión sugeridos en el paso #3, realizando un seguimiento periódico de los niveles de pérdida de suelo en comparación con análisis previos.

Indicadores de desempeño

- Kg de pérdida de suelo por hectárea al año
- # de prácticas de conservación de suelos implementadas
- Datos de productividad incrementados (en porcentaje) posterior a la implementación de las prácticas de conservación de suelos.

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno:* Personal capacitado.
- *Externo:* Agrónomo especialista en suelos

Referencia de Costos:

- Variable según la práctica seleccionada y el país o región aplicable. Como referencia según estudios del CATIE²⁷:
- \$370 por el establecimiento de drenajes o canales (considerando canales con longitudes de 50 a 100 m lineales).
- \$45 para el establecimiento de 100 m de barreras rompevientos con material vegetativo (estacas) de la misma finca.
- \$255 (USD) en incorporación de MO por hectárea (incluyendo mano de obra).
- Para el manejo de residuos vegetales de piña reincorporándolos al suelo por medio de maquinaria agrícola se estima un costo que va de \$ 1.600 a \$2.400 \$/ por hectárea²⁸.

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

La erosión causada por fenómenos naturales e intensificada por gestiones inadecuadas a nivel agrícola conlleva a una serie de problemas que repercuten directamente en la producción de la finca. Esto genera la necesidad de implementar prácticas de conservación de suelos que permitan a la persona productora disminuir impactos, conservar el recurso suelo y generar beneficios a nivel ambiental y económico.



Casos de éxito

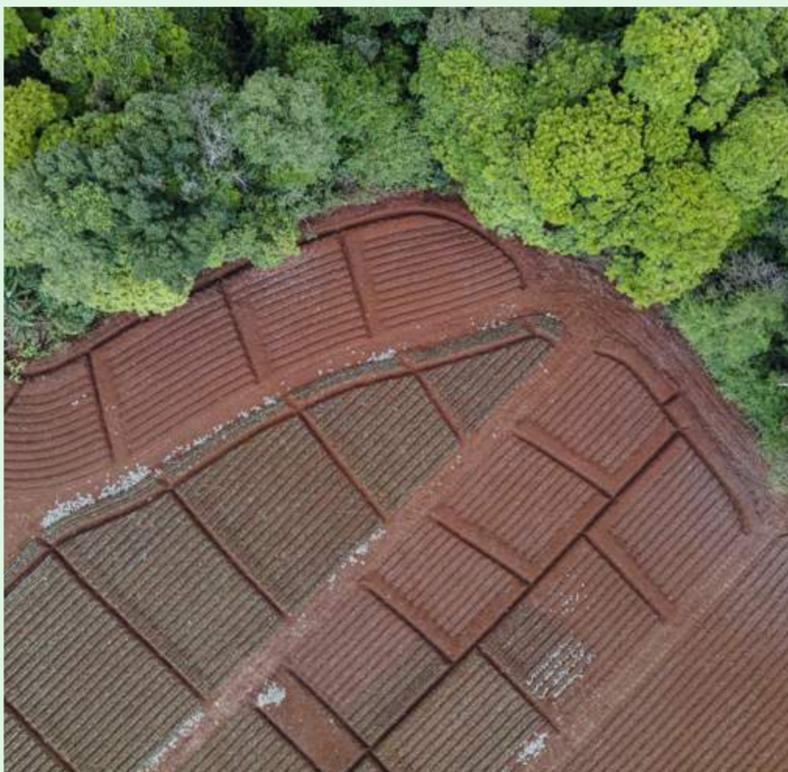
Heart Green es una finca de producción de piña ubicada en la zona norte de Costa Rica, en el cantón de Pital, provincia de Alajuela, la cual exporta en asocio con la empresa [Nicoverde](#). La finca presenta una extensión de 116,51 hectáreas de las cuales 48,13 están dedicadas a la producción de piña fresca; adicionalmente mantienen 35,9 hectáreas en zonas boscosas, la mayoría bajo el esquema de pago de servicios ambientales (PSA).

La administración de finca mantiene un programa de conservación de suelos, el cual incluye diversas actividades tales como:

- Preparación de camas de siembra siguiendo las curvas de nivel.
- Conformación de canales con ceniceros o gavetas para recuperación de sedimentos.

- Colocación de sacos con arena y siembra de hijos de piña a lo interno de los canales de drenaje que superan el 2% de pendiente, con el objetivo de disminuir la velocidad de la escorrentía superficial, presente en la época lluviosa, con un costo aproximado de \$55 por hectárea.
- Uso de coberturas como vetiver y king grass morado para el desarrollo de barreras en áreas periféricas al cultivo, lo cual disminuye erosión y controla deriva química, aunque la mayor parte de los productos fitosanitarios utilizados son orgánicos o biológicos.
- Reincorporación de rastrojo

Heart Green pretende así conservar el suelo y con ello sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, que son la base para una producción sustentable en el tiempo.





Casos de éxito



Finca Olga es una unidad de producción de banano de 48 hectareas, ubicada en el Corregimiento de Orihueca, Municipio de la Zona Bananera en Magdalena, Colombia. Olga comercializa con la empresa [Técnicas Baltime de Colombia S.A.](#) y forma parte del proyecto de sostenibilidad de WWF; además cuenta con diferentes certificaciones internacionales tales como: Rainforest Alliance, Global Gap, AWS, entre otras.

La finca se localiza en un área con una precipitación promedio anual entre 900mm y 1.500mm²⁹, razón por lo cual la actividad de irrigación es necesaria durante todo el año y la conservación de la cobertura vegetal es una prioridad para mantener la humedad necesaria que requiere el cultivo.

Desde el año 2020 la administración de finca eliminó la aplicación de herbicida para el control de arvenses, priorizando el uso de métodos manuales y mecánicos; lo cual ha permitido

mantener una cobertura vegetal uniforme en toda el área de cultivo en donde predominan la commelina (*Commelina sp.*), la oreja de ratón (*Geophila sp.*) y a lo largo de la red de canales primarios, donde se han sembrado plantas herbáceas de hoja ancha como la mafafa (*Xanthosoma sp.*) que ayudan a la retención de suelo y evitan contaminación del agua por deriva química producto de fumigaciones aéreas.

En el 2022 se optimizó el sistema de irrigación, mediante el cambio de los aspersores y mejoras en los motores, disminuyendo los triangulos secos y evitando así escorrentía y pérdida de suelos hacia los canales.

La administración realiza aplicaciones de compost y deposita uniformemente los residuos organicos (hojas, raquis o vástagos) en las áreas de cultivo.

²⁹ Plan básico de ordenamiento territorial. [Municipio Zona Bananera, 2001.](#)



Referencias

- [1] Informe del estado de los recursos del suelo en el mundo. <https://www.fao.org/3/i5199e/i5199E.pdf>
- [2] Qué es la erosión del suelo: causas y consecuencias. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-erosion-del-suelo-causas-y-consecuencias-1500.html>
- [3] Control de la erosión del suelo. <https://www.iaea.org/es/temas/control-de-la-erosion-del-suelo#:~:text=Actualmente%2C%20la%20degradaci%C3%B3n%20del%20suelo,que%20m%C3%A1s%20contribuye%20a%20ella.>
- [4] Erosión del suelo: tipos, cómo evitarla y controlarla. Erosión Del Suelo Agrícola: Tipos, Efectos, Cómo Evitarla (eos.com)
- [5] La erosividad: cualidad de la lluvia poco conocida. <https://www.redalyc.org/pdf/721/72102406.pdf>
- [6] Erodabilidad y riesgo de erosión de suelos negros del centro de México. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v37n4/2395-8030-tl-37-04-391.pdf>
- [7-19-20] Prácticas de manejo y conservación de suelos en el cultivo de banano. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2221/44387_57185.pdf?sequence=1&isAllowed=y / Predicción de la erosión. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/81617/CONICET_Digital_Nro.4a656fb6-a3b3-49ca-a278-3cf982f1700d_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- [9] Riesgo a la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/404/1/avt0400.pdf>
- [12] La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11480/1/sad-687-p.81-88.pdf>
- [13] Guía para la descripción de suelos. <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- [14] Erosión de suelos en América Latina. <https://www.fao.org/3/t2351s/T2351S00.htm#Contents>
- [15] La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE). <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16849/AD%20USLE.pdf?sequence=1#:~:text=El%20valor%20de%20K%20de,por%20unidad%20del%20factor%20R> / Manual del

Usuario INTA-USLE Software de Erosión Hídrica. https://www.researchgate.net/publication/321134165_INTA-USLERUSLE_Version_20_Manual_del_Usuario_INTA-USLE_Software_de_Erosion_Hidrica_INTA-USLERUSLE_Version_20

- [16-22] Manual para evaluar la erosión de los suelos en zonas forestales. https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/Manual_de_Suelos_v1.5_dobles_opt.pdf
- [17] Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica. https://www.researchgate.net/profile/Matilde-Somarriba-Chang/publication/259952614_Manual_de_metodos_sencillos_para_estimar_erosion_hidrica/links/0deec52eac6bcdfb94000000/Manual-de-metodos-sencillos-para-estimar-erosion-hidrica.pdf
- [18] Planificación de la conservación de suelos. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P36-5321.pdf>
- [22] Manual de trazado de curvas de nivel. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN36I59.pdf>
- [27] Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>
- [28] Impacto y oportunidades de biorrefinería de los desechos agrícolas del cultivo de piña (Ananas comosus) en Costa Rica. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n2/1659-4266-cinn-10-02-455.pdf>

Otras consultas:

- Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y ph en el suelo. <https://cenida.una.edu.ni/documentos/NP33G216m.pdf>
- Degradación de suelos. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). <http://www.mag.go.cr/informacion/imagenes-nama-cafe-taller/degradacion-suelos.pdf>

Colaboración de Experto:

Ingeniera Forestal. Ana Lucía Méndez Cartín / Email: analucia.mendez@ctfc.cat
 Ingeniero Forestal. Manuel Chavarría Vargas / Email: manuelchav_25@hotmail.com