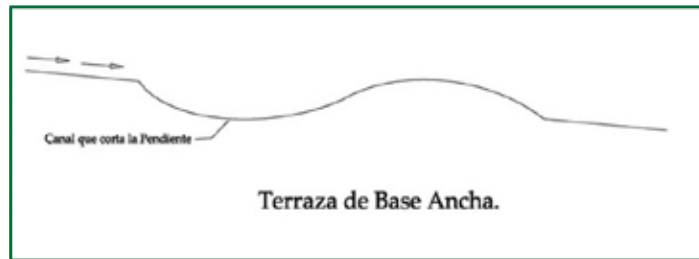


canal de las terrazas deberá tener entre 0.1 y 0.05% dependiente para evacuar el agua. Un corte transversal de este tipo de terraza se presenta en el diagrama que se presenta a continuación:



El espaciamiento recomendado para las terrazas de base ancha se da a continuación:

PENDIENTE %	ESPACIAMINTO (m)
2	42
3	31
4	25
5	22
6	20
7	18
8	17
9	16
10	15
11	14
12	13
13	12
14	11
15	10
16	9
17	8
18	7
19	6
20	5

**3.7 Barreras de piedra:** Se usan para estabilizar salidas de agua en puentes para minimizar la erosión de los canales de drenaje. Esta práctica se ilustra a continuación:



**3.8 Secuencia de aplicación de las prácticas de conservación de suelos:** La etapa más crítica en el cultivo de la piña es la época entre preparación y traslape del cultivo. Dadas las fuertes precipitaciones que se presentan en la Costa Atlántica de Costa Rica las prácticas de conservación de suelos se deben iniciar lo más pronto posible, después de la habilitación de las áreas. En las áreas con relativamente menos precipitación se presentan oportunidades para usar cultivos de cobertura o rotación de cultivos.



## MANUAL GENERAL DE CONSERVACION DE SUELOS

EN AREAS BAJO EL CULTIVO DE PIÑA PARA PRODUCTORES DE CANAPEP



Noviembre 2009





## CONTENIDO

INTRODUCCION	2
<b>1. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO Y LA EROSION</b>	<b>3</b>
1.1 La Lluvia y sus características	
1.2 Suelos	
1.3 Topografía	
1.4 Niveles freáticos	
1.5 Drenajes:	
1.5.1 Natural	
1.5.2 Artificial	
<b>2. METODOS PARA DETERMINAR LA EROSION</b>	<b>4</b>
2.1 Medidas del sedimento en suspensión en aguas de escorrentía.	
2.2 Medida de la pérdida del suelo y erosión de los taludes de los canales de drenaje.	
2.3 Estimación de la erosión de suelo por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Universal Soil Loss Equation, USLE).	
<b>3. PRACTICAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION DEL SUELO EN COSTA RICA</b>	<b>6</b>
3.1 Labranza mínima	
3.2 Labranza racional	
3.3 Cultivos de cobertura	
3.4 Estabilización de canales de drenaje	
3.5 Uso de barreras de bambú en los canales de drenaje	
3.6 Uso de terrazas de base ancha	
3.7 Barreras de piedra	
3.8 Secuencia de aplicación de las prácticas de conservación de suelos	

## INTRODUCCION

Este manual tiene como objetivo principal servir como guía práctica a los técnicos de campo para implementar un programa de conservación de suelos en los campos de cultivo de piña de Costa Rica. Esta tarea es monumental, ya que el cultivo de piña en el país se ha extendido a casi todas las regiones fisiográficas menores a 300 m. sobre el nivel del mar. Esto implica una gran variedad de suelos, relieves (topografía), regímenes de lluvia, prácticas de cultivos específicas de las plantaciones y niveles tecnológicos.

La naturaleza del cultivo convencional de la piña demanda labores de mecanización intensa; sin embargo, la filosofía de producción de Dole es siempre minimizar o eliminar el impacto negativo de estas prácticas en el suelo y en particular en el medio ambiente. Es con este propósito que Dole como parte de Canapep desea compartir su experiencia en conservación de suelos con los productores de Costa Rica. Es con esta filosofía en mente que se ha elaborado este manual que aglutina las recomendaciones y prácticas que en este sentido se han hecho a través de varios años de investigaciones y adaptación a las prácticas de campo.

Es la intención de este trabajo que los usuarios de las tecnologías aquí presentadas estén constantemente retroalimentando a los autores para mejorar las recomendaciones y prácticas aquí emitidas y que estas prácticas sean puestas en práctica por nuestros productores a todos los niveles.

El futuro de la producción agrícola en Costa Rica y el de la piña en general depende de la conservación de sus recursos y diversidad biológica, de los cuales el suelo y el agua están entre los componentes más importantes.

**Carlos A Gauggel, Ph.D.**  
**Director Internacional de Manejo de Suelos,**  
**DOLE Fresh Fruit**

## 1. CARACTERISTICAS FISICAS Y EROSION DEL SUELO EN FINCA EL BOSQUE DE LA ZONA ATLANTICA

### 1.1 LA LLUVIA Y SUS CARACTERISTICAS

El gran motor de la erosión en los trópicos húmedos es la lluvia. En Costa Rica esta es especialmente alta en la costa atlántica y media en la época lluviosa de la cuenca del Pacífico. La precipitación anual en las áreas productoras de piña de Costa Rica oscila entre 1500 a 5000 mm/año, siendo el régimen de humedad de los suelos de Ustico a Údico.

Los meses menos lluviosos tradicionalmente son de diciembre a mayo en el Pacífico y de febrero a abril, con una canícula en septiembre y octubre en el Atlántico, presentándose en esos períodos las lluvias menos erosivas. Las características erosivas de la lluvia son diferentes en el período de noviembre a febrero al resto del año en el Atlántico, dado que durante este período las lluvias son muy prolongadas (pueden durar semanas) y el suelo está completamente saturado, lo que lo hace especialmente vulnerable a la erosión y con muy poco brillo solar.

Según Vahrson (1990), las lluvias con altas intensidades ocurren en Costa Rica en la vertiente del Caribe con cierta frecuencia por las causas siguientes:

- Su localización dentro de la zona de convergencia Intertropical
- Lluvias orográficas por el aumento de los vientos alisios
- Influencia de las ondas del este que producen vientos intensos, especialmente en el invierno, las ondas del norte causan precipitaciones fuertes de el Caribe
- Disturbios tropicales.

### 1.2 SUELOS

Los suelos son físicamente muy variables. Desde suelos arcillosos a suelos arenosos y gravosos. También químicamente los suelos que se dedican al cultivo de la piña en Costa Rica oscilan entre fertilidad muy pobre a moderadamente alta. Desde colocados en pie de monte, colinas residuales a suelos aluviales.

En los suelos dedicados al cultivo de la piña se da la ocurrencia muy frecuente de pies de arado entre los 15 y 30 cms. y sílice-pans (horizontes cementados por óxidos de silicio) entre los 20 y 90 cms., que hacen más vulnerables los horizontes superiores a la erosión por la acumulación de agua en el límite superior de estos horizontes. También son de ocurrencia común suelos con horizontes petroféricos a profundidades entre 40 y 60 cm.

En áreas de la Costa Atlántica Noroeste, en áreas severamente erosionadas son comunes la plintita y en casos extremos la laterita.

Las clases hidrológicas del suelo que indican la erosionabilidad del suelo se relacionan con las clases de suelo para el cultivo de piña de la siguiente manera:

**Cuadro 1. Clases potenciales de suelos para el cultivo de piña y su relación con las clases hidrológicas.**

Clase Hidrológica	Clasificación de suelo (textura)	Factor K erosionabilidad	Pérdida Potencial de Suelos (ton/ha)
A, altamente permeable	IV (arena y grava) III (arena y grava)	< 0 = 0.1	0-7
B, permeable	I, II y III (por arena)	0.1-0.20	7-14
C, lentamente permeables	III (arcillas) y IV (arcillas con estructura gruesa y muy gruesa)	>0.20-0.30	14-40
D, Muy lentamente permeable	IV (arcillas masivas, nivel freático alto indicado por colores gley)	>0.30	>40

La erosionabilidad del suelo se define como la pérdida media anual por unidad de pluviometría (lluvia) para un suelo desnudo, recién labrado, siguiendo la pendiente en una ladera de 5 grados y de 22 m. de longitud.

El usuario deberá identificar la clase hidrológica de suelos a partir de la clase de suelo y el factor K (erosionabilidad) para el suelo de interés. Esto se puede hacer con el mapa de suelos que está disponible para la finca. Este valor lo usará para cálculos con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) o para estimar el potencial de erosionabilidad del área de interés.

Los datos indicados anteriormente indican que en general los suelos de la Finca presentan un potencial de medio a alto de erosión, por lo que programas de conservación deben ser prioridad dentro de las prácticas de cultivo.

### 1.3 TOPOGRAFIA

En general, el relieve oscila entre plano a ligeramente ondulado con áreas relativamente pequeñas con pendientes mayores al 5%.

Las áreas donde la topografía presenta un alto riesgo a la erosión son relativamente pequeñas y están asociadas a causas abandonados de riachuelos o quebradas y a colinas residuales relativamente pequeñas.

En general el área presenta características de una planicie aluvial abandonada con sistemas de pequeños riachuelos sobrepuestos en ella.

La mayor parte de las áreas poseen pendientes menores al 2% lo cual hace a la topografía como un factor secundario en la erosión del suelo excepto en las áreas anteriormente mencionadas donde ocurren pendientes entre 2-6%.

### 1.4 NIVELES FREATICOS

En el área bajo cultivo, ocasionalmente se encuentran niveles freáticos a una profundidad entre 70 y 120 cm. También se encuentran falsos niveles freáticos asociados con horizontes arcillosos, sílica-panes o pies de arado a diferentes profundidades.

### 1.5 DRENAJES

Se reconocen dos tipos de drenaje: el drenaje natural y el drenaje artificial, ambos están íntimamente ligados con la

conservación de suelos en una área dada. A continuación se discuten estos dos tipos de drenajes para las condiciones de la Finca.

**1.5.1 DRENAJE NATURAL:** Como se indicó en la sección de Topografía, la mayor parte del área de la Finca presenta una topografía plana. La presencia de causes de riachuelos abandonados sirven como colectores naturales. Todos estos riachuelos drenan a dos ríos principales que se juntan dentro de la propiedad, los cuales constituyen el drenaje principal de la misma.

**1.5.2 DRENAJE ARTIFICIAL:** El artificial es requerido para evacuar los excesos de agua de escorrentía que se generan en los lotes de cultivo o bajar niveles freáticos donde estos presentan un problema. Dentro de este concepto están las estructuras de "land-zapping" que se construyeron en el pasado para evacuar excesos de agua superficial, los canales que ocurren entre ellas y cualquier otro canal que evacua agua de las áreas de cultivo. A continuación se dan parámetros para que las estructuras de drenaje no sean erosivas y mantengan su estabilidad.

"Land-shaping": La pendiente final debe ser y mantenerse 4%, con una longitud de 15 m. por lado, se debe tener en mente que entre más fuerte la pendiente y más larga esta, mayor la tasa de erosión. La estructura debe tener forma convexa para poder ser efectiva en evacuar excesos de agua superficial.

Como concepto fundamental de conservación de suelos, los canales de drenaje deberán seguir las curvas de nivel del terreno hasta donde sea posible, para no ser erosivas y tener los taludes que a continuación se dan, de acuerdo al tipo de suelo o sedimento para el cual están diseñados;

**Cuadro 2. Taludes recomendados para drenes en los diferentes tipos de suelos en la Finca.**

Tipo de suelo o sedimento	Talud
Franco, franco arcilloso, franco limoso	1: 1.5
Arenas cohesivas, arenas francas cohesivas, franco arenosos	1:2
Arena suelta, arena franca suelta, arenas inestables.	1:3 a 1:4
Grava fina y grava mediana.	1:4 a 1:5
Grava gruesa y roca.	Talud parabólico, forma natural de los canales es la forma mas estable.

## 2. METODOS PARA DETERMINAR LA EROSION

### 2.1 MEDIDAS DEL SEDIMENTO EN SUSPENSION EN AGUAS DE ESCORRENTIA

Es de gran interés medir (determinar) la cantidad y determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas del sedimento en suspensión que se encuentra en las aguas de escorrentía en los canales de drenaje. El sedimento en suspensión puede ser colectado y su peso determinado y posteriormente analizado por métodos analíticos en el laboratorio.

A continuación se describe la metodología general para coleccionar el sedimento en suspensión en los canales.

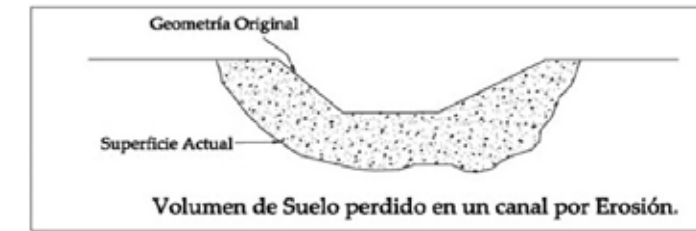
1. Se debe disponer de un receptáculo de 3.78 l (1 galón) para atrapar el sedimento. El receptáculo debe ser preferentemente de plástico y tener un orificio de entrada ancha que permita la entrada de fluido con sedimento en suspensión rápida.
2. Este debe estar limpio, su interior debe lavarse con detergente y agua desionizada.
3. Para tomar la muestra se debe escoger una sección del canal relativamente recta para poder hacer las medidas que se describen mas adelante en este procedimiento.
4. La sección del canal escogida para la toma de la muestra debe permitir que el agua alcance la suficiente profundidad para poder sumergir el receptáculo rápidamente, sin hacer contacto con el fondo del canal.
5. Al momento de tomar la muestra el orificio de entrada del receptáculo deberá estar frente a la corriente predominante y la boca nunca estar en contacto con el fondo del canal al momento de tomar la muestra. Una vez tomada la muestra, el receptáculo será removido cuidadosamente del sitio de muestreo y sellado cuidadosamente con su tapadera.
6. El receptáculo deberá ser llevado al laboratorio donde se tomara una alicuanta de 50 o 100 ml, dependiendo de la concentración de sedimento (pudiendo requerirse más) y previa agitación del receptáculo para determinar el peso del sedimento en suspensión. La concentración de sedimento en agua se puede expresar en términos de g/l o kg/m<sup>3</sup> de agua, o si se desea en %.
7. En muchos estudios es deseable calcular la velocidad del agua para determinar la contribución de sedimentos a cuerpos de agua mayores. En esos casos, al momento de tomar la muestra se deberá tomar la profundidad del agua en el canal del dren en por lo menos tres puntos de su sección transversal (puntos paralelos) a distancias de 10 m. o más, determinando la velocidad del agua con un flotador y un cronómetro. En base a los cálculos determinados en el paso 6 y a los determinados en este paso se pueden expresar los resultados en términos de kg. de sedimento/m<sup>3</sup>/s y tener las bases para comparar entre áreas que contribuyen con sedimento a diferentes ambientes.
8. En el laboratorio por métodos como centrifugación, floculación, evaporación, etc. se pueden separar los sedimentos para análisis químico, biológico y físico como sea requerido.

### 2.2 MEDIDA DE LA PÉRDIDA DE SUELO Y EROSION DE LOS TALUDES DE LOS CANALES DE DRENAJE

La pérdida de suelo o sedimento por erosión de banco de los canales de drenaje se puede hacer calculando el material perdido en un período de tiempo si se conocen:

- a. La geometría (forma) inicial de los canales de drenaje, y
- b. Las dimensiones originales de los canales de drenaje.
- c. Ambos datos deben estar debidamente registradas en las bitácoras de la finca.

Se deben asumir para los cálculos finales las densidades aparentes que se estimen pertinentes para los materiales perdidos. Así, para suelos arcillosos valores de 1.25 g/m<sup>3</sup>, suelos francos 1.25, suelos arenosos 1.35 y suelos con arena gruesa o grava fina común o abundante 1.5 o más si el suelo es esquelético. El siguiente diagrama ilustra el concepto de estas estimaciones, las cuales se pueden calcular por la siguiente formula: área (m<sup>2</sup>) x longitud (m) x densidad aparente (kg/m<sup>3</sup>) = kg suelo perdidos.



Esta estimación se debe hacer en por lo menos 3 secciones o más al azar del canal para calcular el promedio de pérdida de suelo por metro lineal, si se conoce cuantas hectáreas drena el canal, se puede calcular la pérdida de suelo por hectárea fácilmente. Hay que tener en cuenta que estas son estimaciones y que los valores calculados no constituyen valores absolutos, sino aproximaciones que solamente permite comparar entre eventos o comparar con la estructura del dren original y calcular el suelo perdido a través del tiempo.

### 2.3 ESTIMACION DE LA EROSION DEL SUELO POR MEDIO DE LA ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELO (UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION, USLE)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo fue calibrada para las condiciones en la Costa Atlántica de Costa Rica (Tesis E. Gurdian, 2002). La ecuación se expresa como:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde:

A = pérdida de suelo en TM/ha/año.

R = Factor de erosionabilidad de la lluvia.

K = Factor de erosibilidad del suelo.

LS = Longitud (metros) y gradiente (%) de la pendiente.

C = factor de cobertura y manejo del cultivo.

P = Prácticas de conservación de suelo.

Las toneladas por hectárea por año perdidas (A) se calculan multiplicando los factores arriba indicados. Los valores para la Finca de estos factores se dan a continuación:  
Factor R: 800 -300.

Factor K: Como se indicó anteriormente, para las cuatro clases hidrológicas presentes en la Finca los valores de K son los siguientes: Clase hidrológica A < 0.1; B, 0.1- 0.2; C, 0.2-0.3; D, >0.3.

Factor topográfico LS: Valores para este factor para varias longitudes y gradientes de la pendiente se presentan a continuación:

**Cuadro 3. Valores del factor topográfico LS para diferentes longitudes de pendiente.**

Pendiente	15	25	50
%	m	m	M
0.5	0.08	0.09	0.10
1	0.10	0.12	0.15
2	0.16	0.19	0.23
3	0.23	0.27	0.33
4	0.30	0.37	0.48
5	0.37	0.48	0.68
6	0.47	0.60	0.86
8	0.69	0.89	1.26
10	0.96	1.24	1.75
12	1.27	1.64	2.32
14	1.62	2.09	2.96
16	2.02	2.60	3.68
18	2.46	3.17	4.48
20	2.94	3.79	5.36

Valores para LS pueden ser intrapolados de los valores presentados en este cuadro asumiendo linealidad de la función.

Factor C: A continuación se presentan los factores de cobertura para el cultivo de la piña:

**Cuadro 4. Valores para el factor C de cobertura del cultivo de piña o cuando se usa cultivo de cobertura.**

Meses	Condición de la superficie del suelo	% de la superficie cubierta	Factor C
0-3	Superficie desnuda	20	0.90
3-6	Superficie parcialmente desnuda	40	0.80
6-9	Traslape parcial	80	0.50
9-13	Traslape completo	100	0.30

Factor P: este es el ratio por medio del cual la erosión se reduce del peor escenario, P= 1.0, en el cual el suelo es arado siguiendo la pendiente mas fuerte. Cuando se usa el cultivo siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, hileras de bambú, piedra, terrazas de base ancha o una combinación de todas las prácticas anteriores se deberán usar los valores de P siguientes:

**Cuadro 5. Valores de P para prácticas de conservación con cultivo en contorno, hileras de piedra y bambú, terrazas de base ancha y combinación de las anteriores.**

Pendiente (%)	Cultivo en Contorno P	Cultivo con Barreras vivas, hileras de rocas y bambú P	Terrazas de base ancha o camas siguiendo el contorno P	Combinación de todas las anteriores P
1-2	0.40	0.20	0.08	0.05
3-8	0.50	0.25	0.10	0.05
9-12	0.60	0.30	0.12	0.05
13-16	0.70	0.35	0.14	0.05
17-20	0.80	0.40	0.16	0.06
21-25	0.90	0.45	0.18	0.06



### 3. PRACTICAS GENERALES PARA EL CONTROL DE LA EROSION DEL SUELO EN COSTA RICA

**3.1 Labranza mínima:** Bajo las condiciones de Costa Rica ésta práctica se recomienda en suelos profundos, friables, bien estructurados, bien drenados, que en suma después de su debida caracterización morfológica y física no demandan ningún tipo de enmiendas mecánicas para dar rendimientos altos. Son suelos que en su estado actual son clases I y II para el cultivo de la piña. Estas prácticas se ilustran abajo.



**3.2 Labranza racional:** Esta requiere de la caracterización morfológica y física previa de los suelos de las áreas por renovarse o sembrarse y en base a ellas se diseñan las prácticas de labranza estrictamente necesarias para llevar al suelo a su estado morfológico y físico óptimo para brindar al cultivo las mejores condiciones para su rendimiento.



Arado de cincel



Rastra incorporada



Subsolador

**3.3 Cultivos de cobertura:** Esta práctica se usa en áreas que están a la espera de ser biomasa en corto tiempo, b) romper el ciclo de enfermedades o plagas de la piña, c) fijar e incorporar nitrógeno, y d) no ser hospederas de enfermedades ni plagas que afecten el cultivo. En las fotografías adjuntas, se muestra esta práctica:

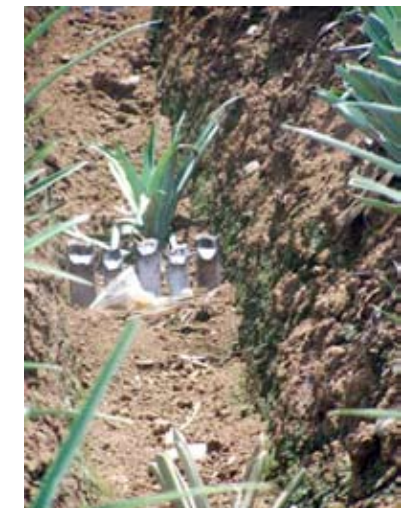


**3.4 Estabilización de canales de drenaje:** Una de las fuentes mayores de sedimento en fincas de piña es la red de drenajes. Para reducir el sedimento que en él se genera, se siguen los lineamientos siguientes: a) a los drenes se les da el talud que se indicó en la sección donde se discutió este tema; b) cuando se da mantenimiento a los drenes solamente se limpia su fondo y en ningún momento repasar sus taludes, estos han alcanzado un grado de estabilidad adecuado, en la naturaleza la forma parabólica es la más estable aun cuando estos no sean

simétricos pero poseen alto grado de estabilidad y ya no generan sedimento significativamente; c) se da una rasante constante al dren de 0.1 a 0.05% de pendiente, si la pendiente de la rasante no es constante, se harán charcos en el fondo del dren que resultara en humedad alta en el fondo del dren y posible colapso de la base de este y generación de sedimento; d) los taludes de los canales se vegetan para mantener su estabilidad, estos deben ser chapados periódicamente para mantener las malezas bajo control. Se puede usar Vetiver y "pato"; e) musgos y otros organismos que estabilizan los taludes se permiten. Estas prácticas se ilustran en las fotografías siguientes:



**3.5 Uso de barreras de bambú en los canales de drenaje:** Estas barreras se han venido usando en el control de la erosión en los drenes. Se pueden usar en varias modalidades; sin embargo, hay que tener presente varios principios: a) estas estructuras deben tener espacios que permitan el paso del agua pero con la energía disipada para ser menos erosiva y no crear represamientos; b) las hileras de estas estructuras deben ir espaciadas de acuerdo al gradiente de la pendiente y a la clase hidrológica del suelo, c) se pueden usar en combinación con barreras vivas o hileras de piedras (donde disponibles), d) se pueden usar hileras sencillas o dobles en pata de gallina; pero se deben evitar las paredes sólidas, se debe tener en mente que el fin de estas barreras no es crear represamientos de agua sino disipar la energía del agua; f) si estas se usan en asocio con barreras vivas, la barrera viva deberá ir al lado opuesto del flujo del agua para su fácil establecimiento. Un buen material para barrera viva es la piña misma.



**3.6 Uso de terrazas de base ancha:** Esta práctica se usa donde se debe cortar la pendiente en segmentos y reducir la erosión. Las terrazas consisten en un canal ancho con su respectivo banco, que sirve de cama de siembra; sigue las curvas de nivel con el banco a favor de la pendiente. Los canales de las terrazas deben drenar a los drenes colectores. Como se indicó anteriormente, el