

# INVESTIGACIÓN EN MANEJO DE SUELOS EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS



Christian Guzmán  
Estudiante de Doctorado, Universidad de Cornell  
Investigador Visitante, CIAT Suelos-LAC



Cambios causados por erosión son usualmente sutiles....





Erosión por cárcava es una excepción





Porque?!





# ¿Por qué pensar en el manejo de suelos en cuencas hidrográficas?





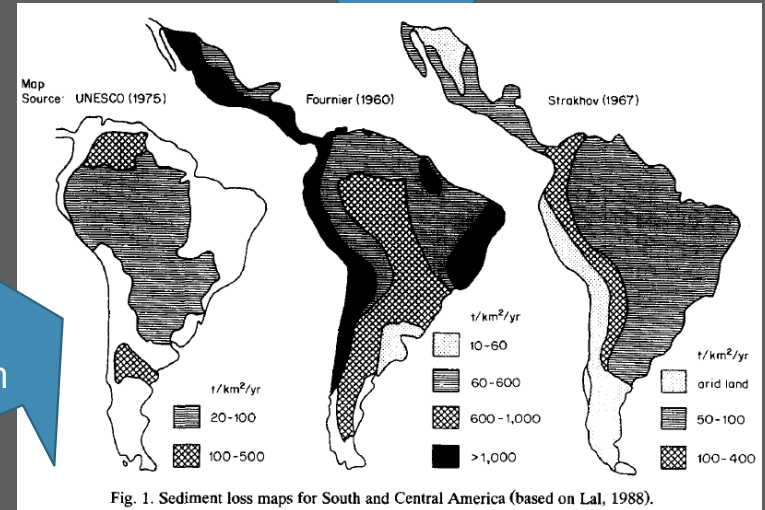
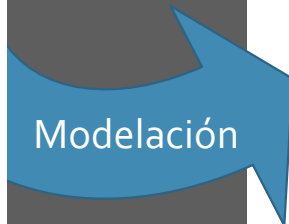
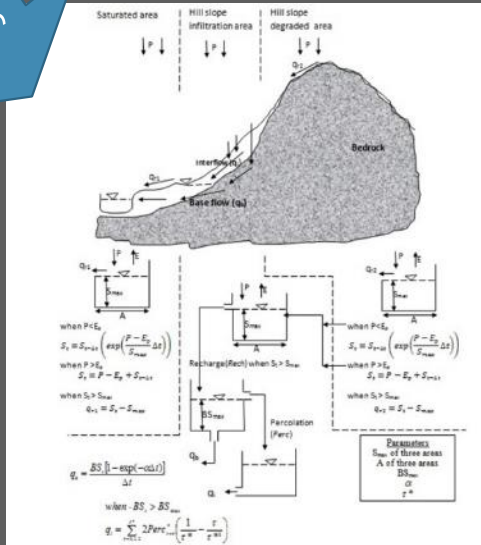
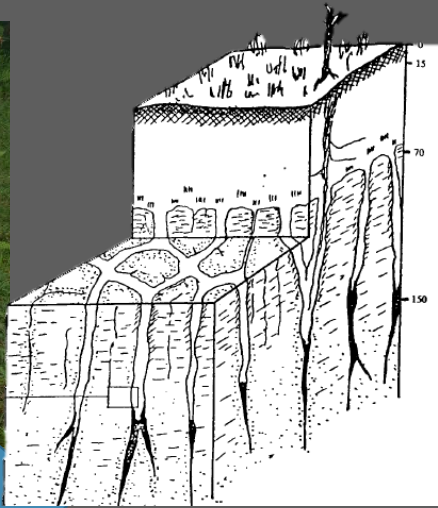


Fig. 1. Sediment loss maps for South and Central America (based on Lal, 1988).



Perfil      Steenhuis et al., 1988      hecho      Cuenca      Tilahun et al., 2014      Política



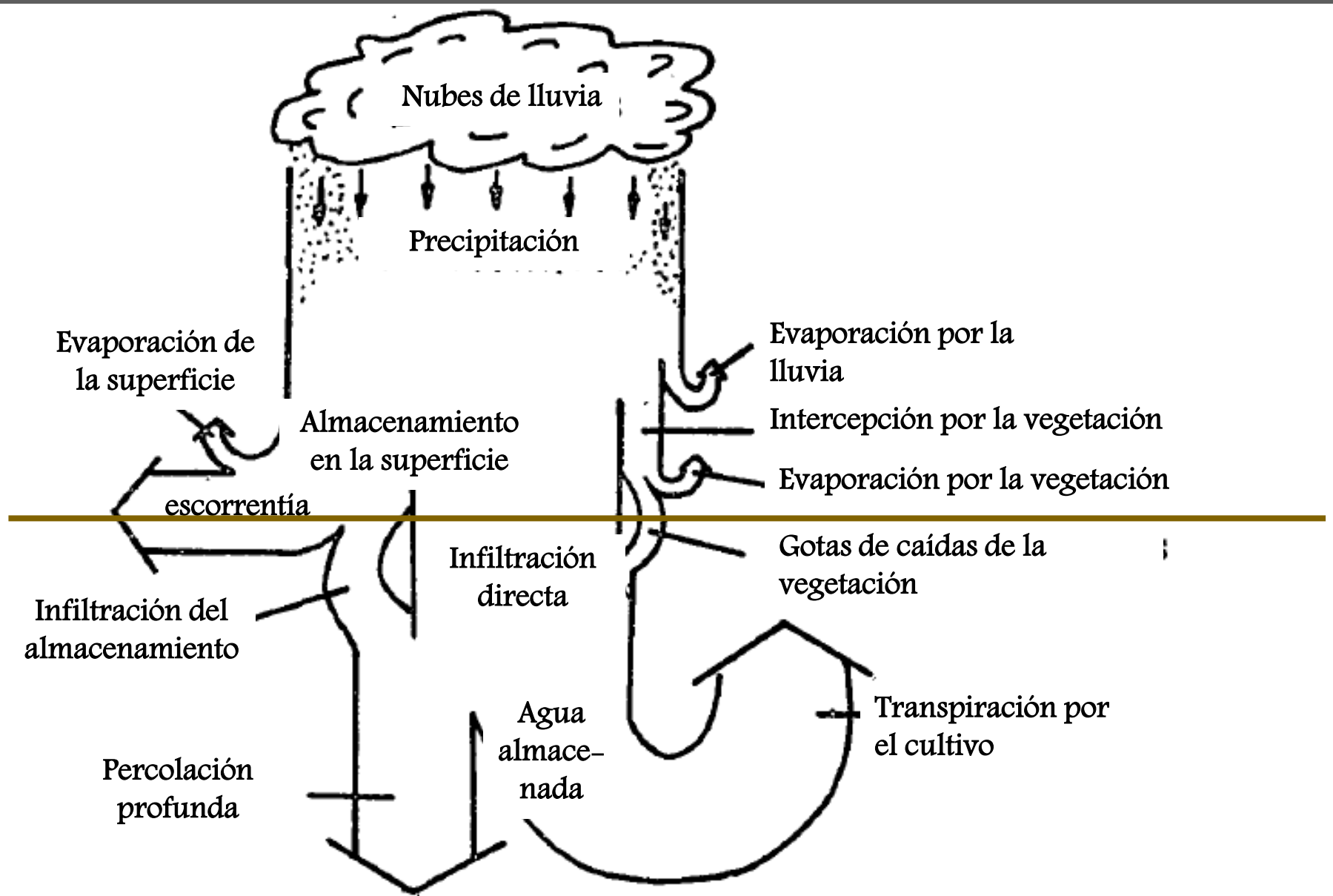
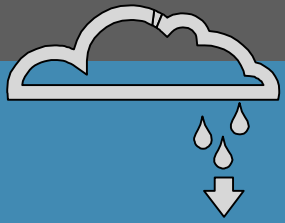
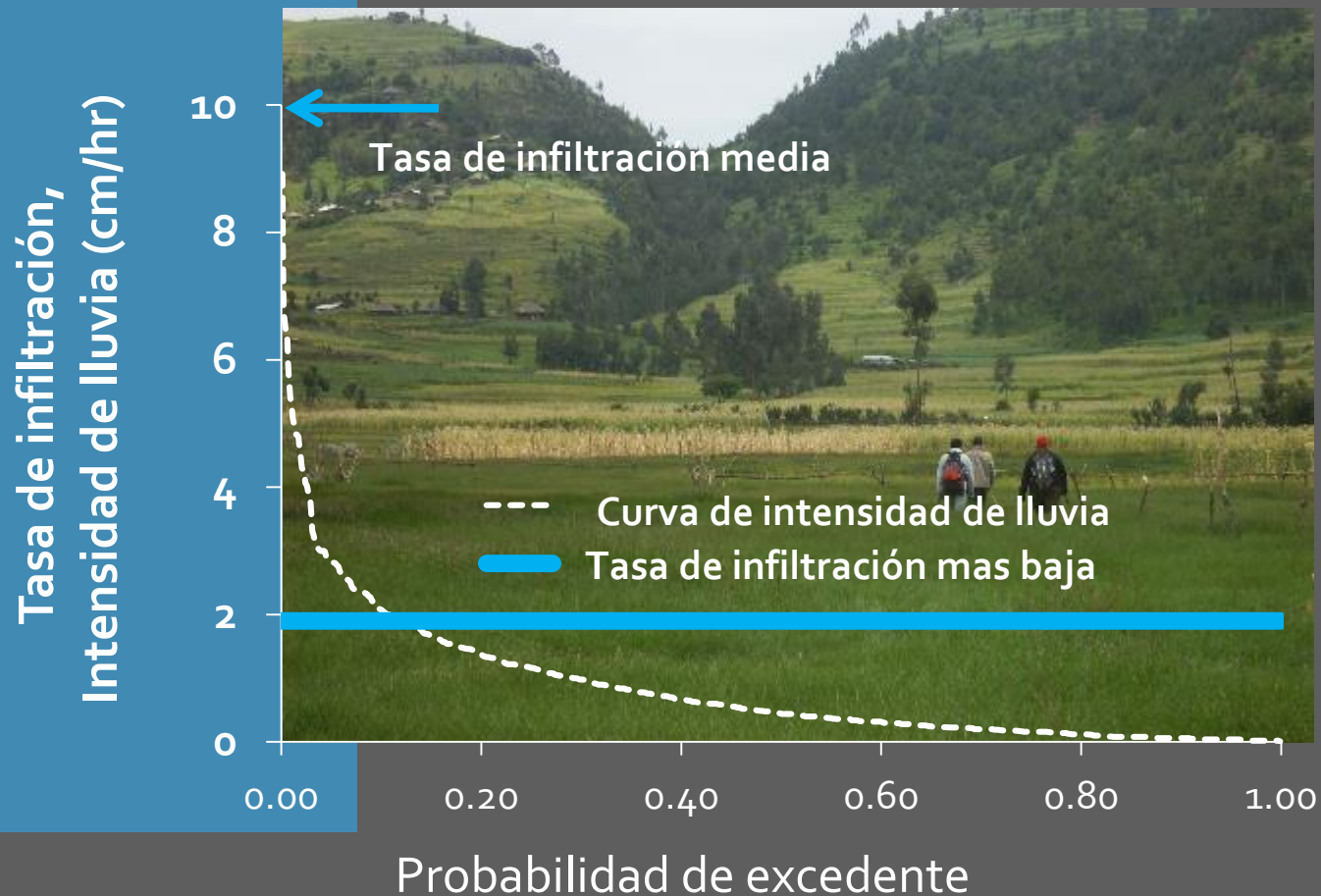


Figure 1.- Sistema hídrica de la agricultura de secano





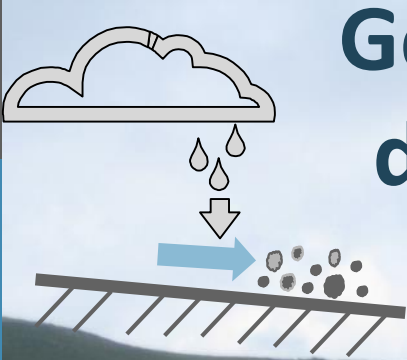
# El balance hidrológico y tasa de erosión depende de la lluvia y la capacidad del suelo



Mecanismo:  
-Hortoniano  
(Horton, 1933)

-Dunneano  
(Kirkby, 1969  
Freeze, 1972)





# Generación del escurrimiento depende de la capacidad de almacenamiento

**Zona de ladera**

**Infiltración**

**Interflujo**

**Saturado**

**Escorrentía**

**Lecho de roca  
descubierto**

(Cappus, 1960,  
Kirkby, 1969; Freeze, 1972;  
Dunne and Black, 1979; Beven, 2000; Buytaert et al., 2007; Collick et al.,  
2009; Steenhuis et al., 2013; Tilahun et al., 2014)





Infiltración



Interflujo





**Escorrentía**

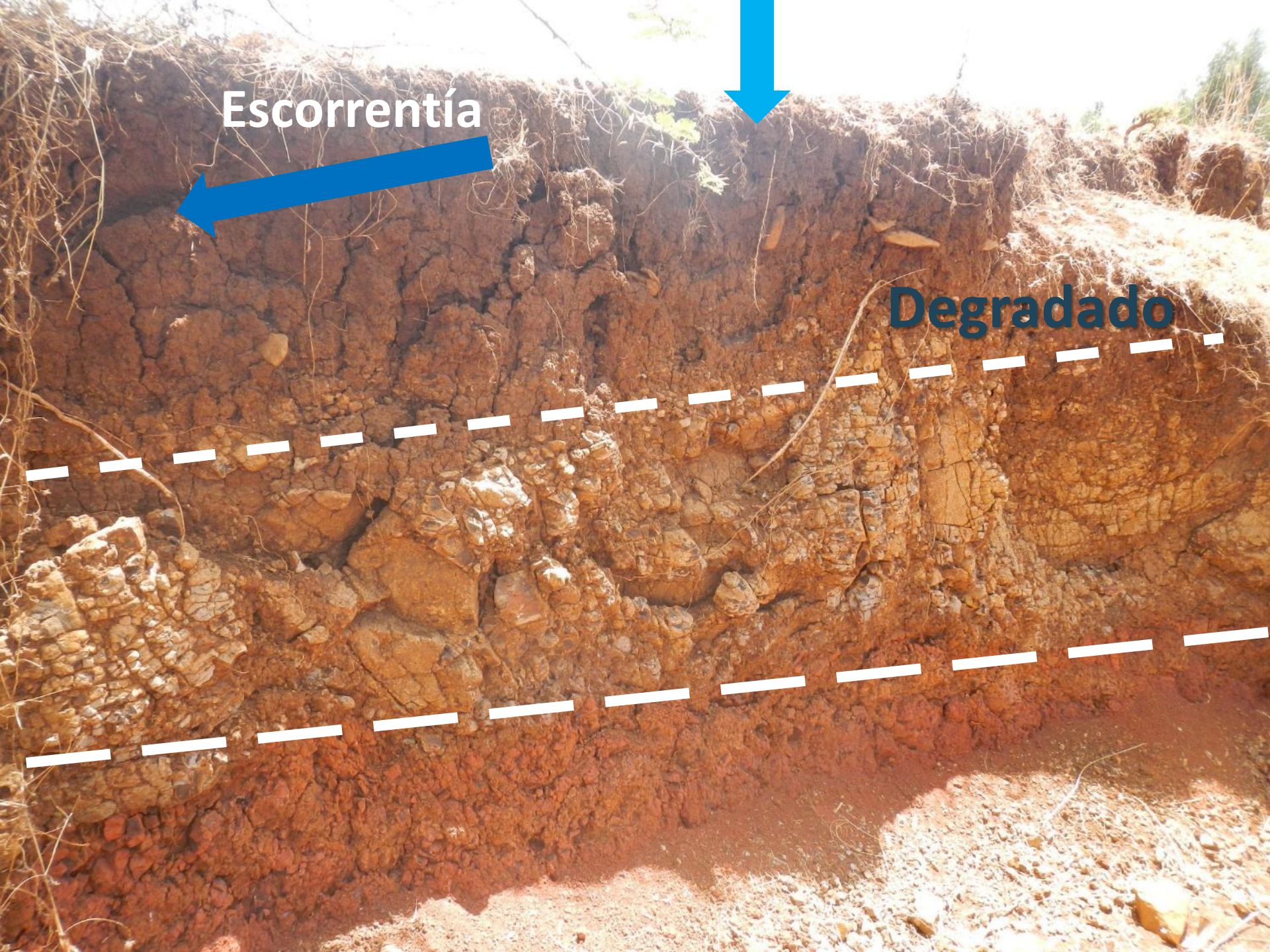
**Saturado**

07.31.2012



Escorrentía

Degradado







Escorrentía



Infiltración



Interflujo

Saturado



Degradado

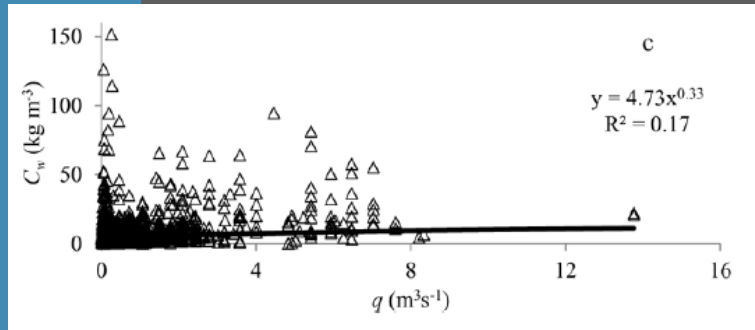
Escorrentía



Los procesos son muy variable  
sin embargo, hay patrones muy  
particulares

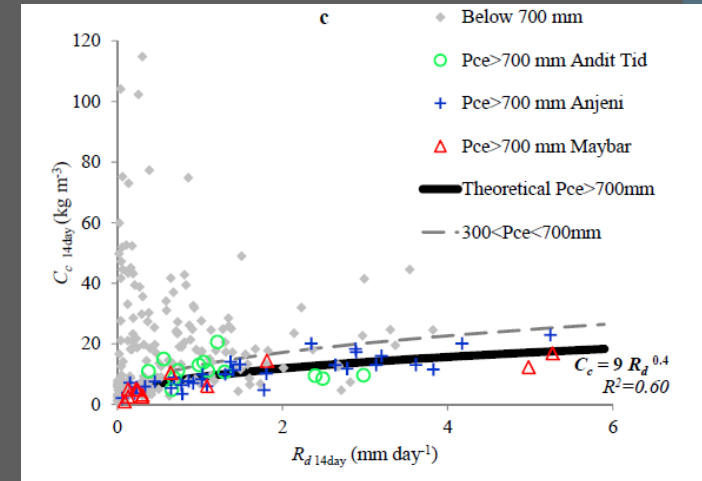


Vertedero

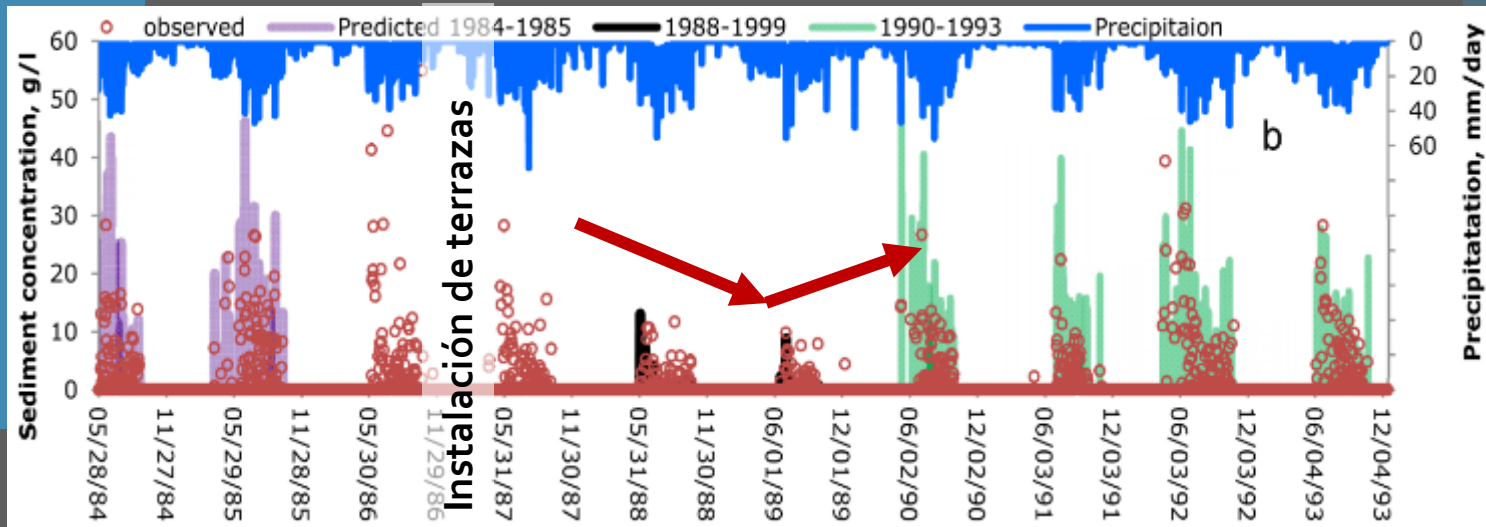


$$C = a \cdot Q^n$$

$$C_w = A_c a_c^{P_{ce}} \cdot R_d^{0.4}$$



Terrazas



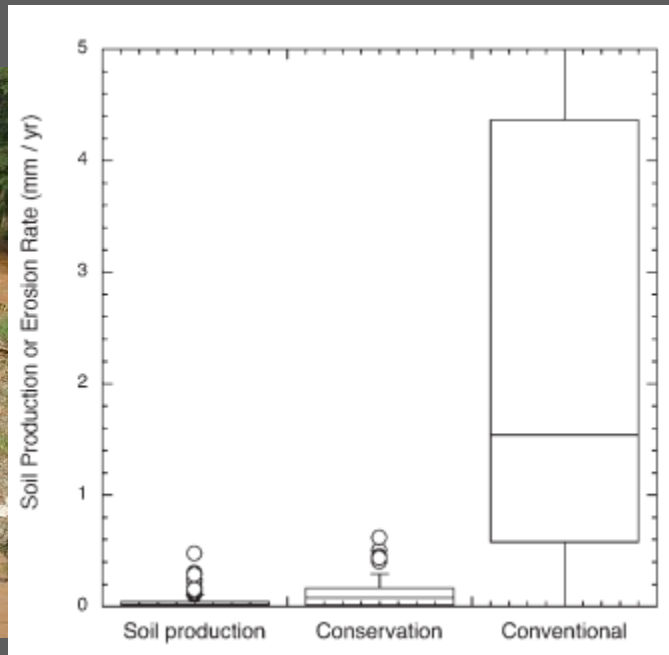
Guzman et al., 2013;  
Steenhuis et al., 2014







# Los problemas de erosión son similares



Montgomery, 2007



- La pérdida de suelo es mas alta que la producción de suelo
  - Conservación requiere la voluntad y recursos
- La estrategia de conservación puede tener resultados inesperados

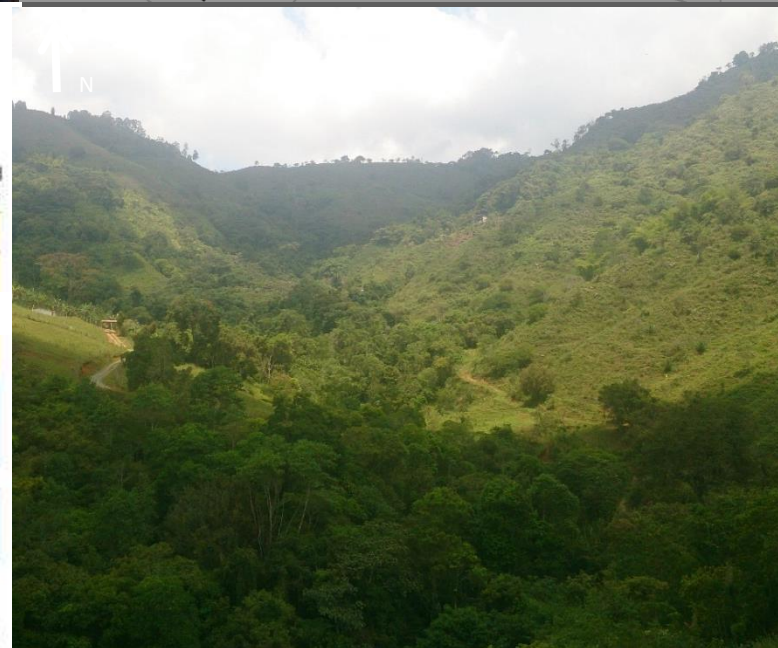
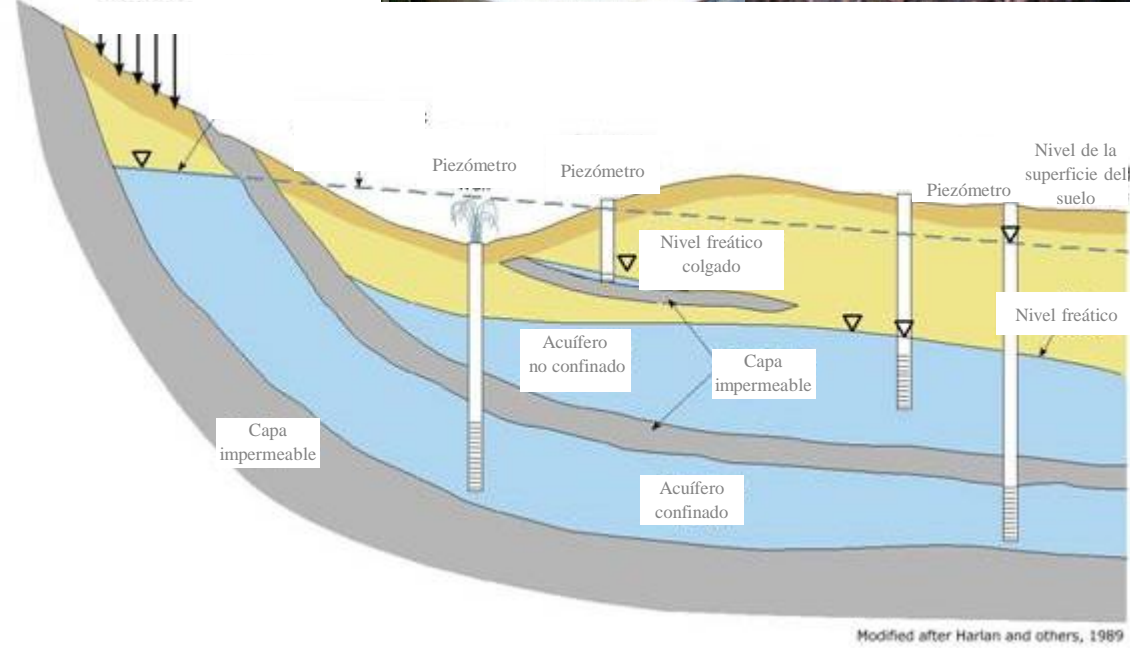
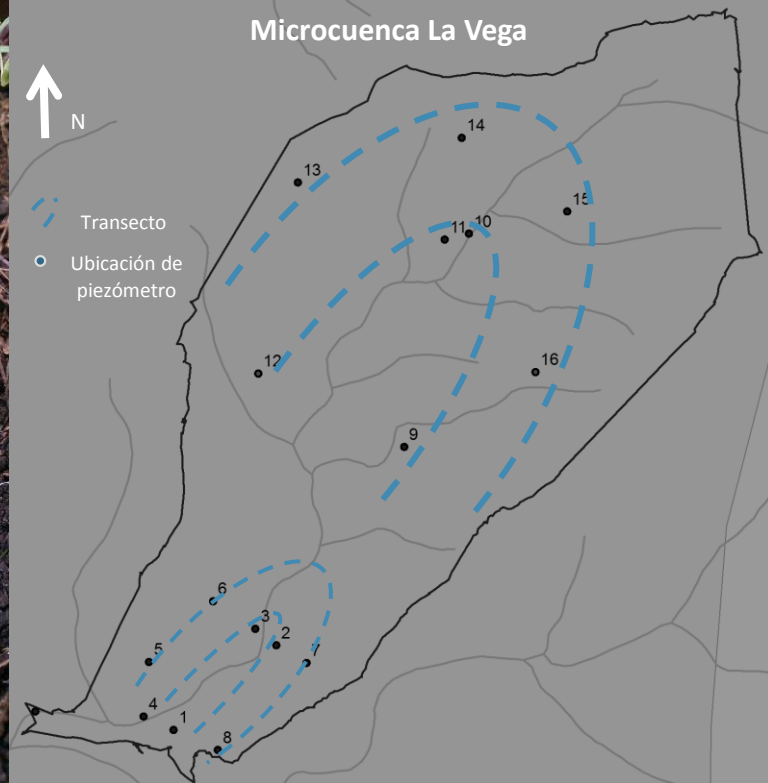


¿Cuáles son las áreas probables en las laderas a ser fuentes de sedimentos y nutrientes?

¿Cómo se diferencia las áreas protegidas vs áreas en cultivo o ganadería; zonas alta vs baja?

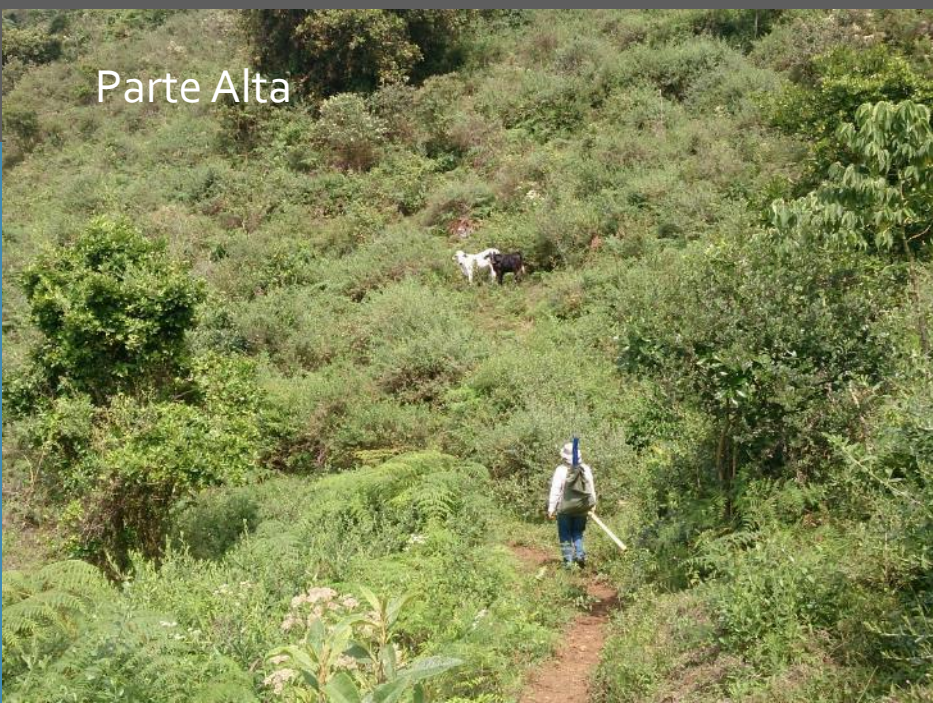
¿Qué mecanismos suelen causar escorrentía en una cuenca andina del Valle del Cauca?







Parte Alta



Parte Media-Alta



Parte Media-Baja



Parte Media-Baja

Parte Baja





# Observaciones

Hay algunos lugares (como en la parte media del bosque y en las partes con la capa de material parental cerca de la superficie) que solo se los instalaron a 1 metro porque el barreno no podía perforar la capa de piedra.



Dystrudepts, Udorthents, Eutrudepts, Hapludolls, Afloramientos

Muestra disturbada de 30 cm con piedras (punto 16) en la parte alta de la cuenca.



Muestra disturbada de 30 cm de alto contenidos de arcilla (punto 4) en la parte baja de la cuenca.

Se observó una buena actividad biológica en el suelo representada por macrofauna (lombrices, escarabajos, larvas entre otros) además de perfiles superficiales bien diferenciados (color oscuro) de los más profundos.



26 cm hr<sup>-1</sup>

86 cm hr<sup>-1</sup>

14 cm hr<sup>-1</sup>

4 cm hr<sup>-1</sup>



## Parte Alta

- Alta conductividad hidráulica  $26 \text{ cm hr}^{-1}$
- Densidad  $0,92 \text{ g cm}^{-3}$
- pH 4,8-5,7
- Franco arenoso, Franco arcillo arenoso
- MO 6,6%
- Perfil profundo





## Parte media- alta

- Muy alta conductividad hidráulica,  $86 \text{ cm hr}^{-1}$
- Densidad  $0,96 \text{ g cm}^{-3}$
- pH 5,8 - 6,9
- Franco, Franco arenoso, Franco arcillo arenoso
- MO 7%
- Perfil no tan profundo





# Parte media-baja

- Conductividad hidráulica moderada,  $14 \text{ cm hr}^{-1}$
- Densidad  $1,01 \text{ g cm}^{-3}$
- pH 4,9-5,8
- MO 6.6%
- Franco arcilloso, Franco arenoso, Franco arcillo arenoso
- Perfil profundo con un nivel freático a 2,9 metros de la superficie



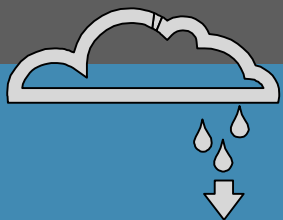


# Parte baja

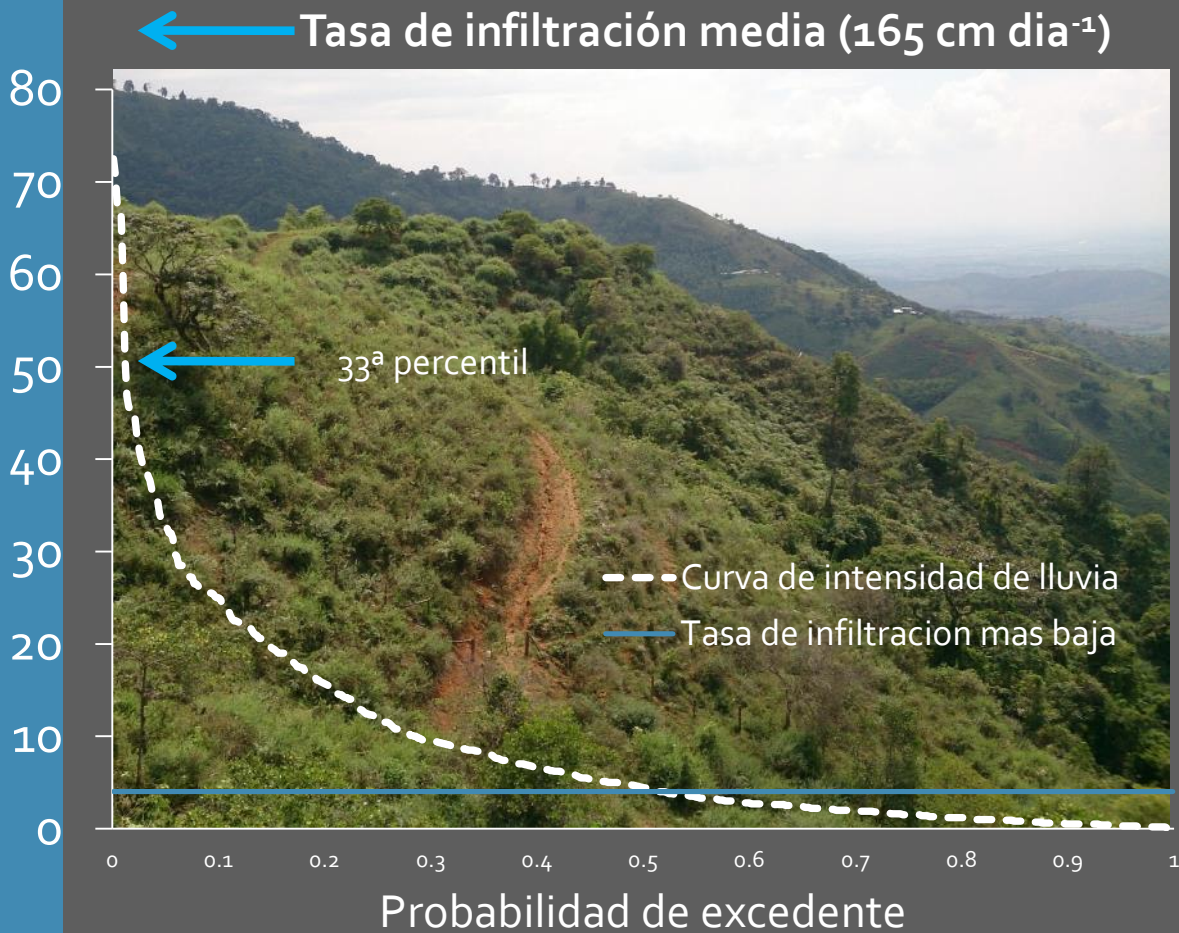
- Baja conductividad hidráulica  $4 \text{ cm hr}^{-1}$
- Densidad  $1.02 \text{ g cm}^{-3}$
- pH 4,8-5,7
- Franco, Franco arenoso, Franco arcilloso
- MO 5%
- Perfil profundo con un nivel freático de uno a tres metros de la superficie







Tasa de infiltración,  
\*Intensidad de lluvia (mm día<sup>-1</sup>)



\*Estación meteorológica de CIAT



# Observaciones

Los perfiles de estos suelos son profundos y aparecen ser capaces de almacenar y transportar agua a las quebradas y acuíferos, a menos que no haya capas rocosas muy cercas a la superficie.



Dystrudepts, Udorthents, Eutrudepts, Hapludolls, Afloramientos

Suelos en las partes altas y en zonas aisladas tienen mayor porcentaje de materia orgánica



Suelos son mas compactados y tienen mayor cantidad de arcilla en las partes bajas



La actividad biológica en el suelo representada por macrofauna era mas alto en áreas cerca de bosques



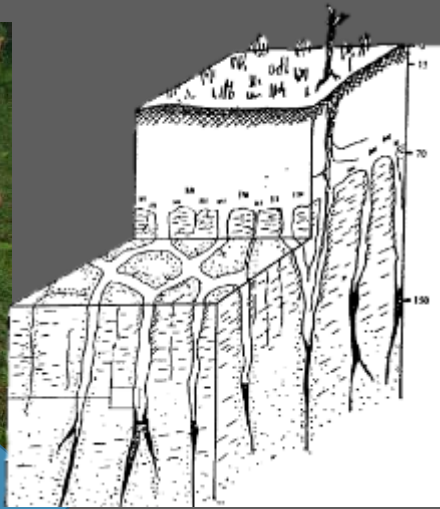
26 cm hr<sup>-1</sup>

86 cm hr<sup>-1</sup>

14 cm hr<sup>-1</sup>

4 cm hr<sup>-1</sup>





Investigación

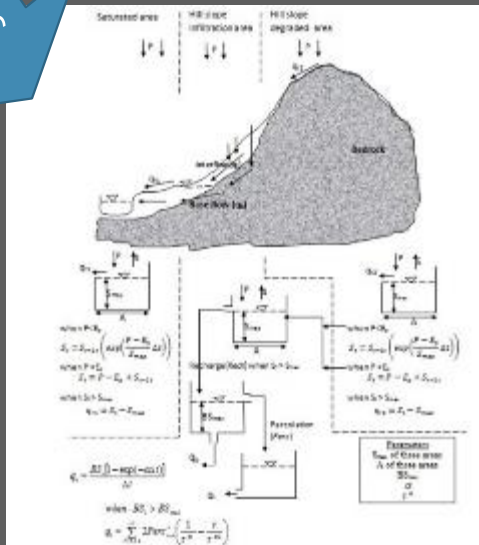


Hecho

Acción

Relaciones  
teóricas

Steenhuis et al., 1988



Modelación

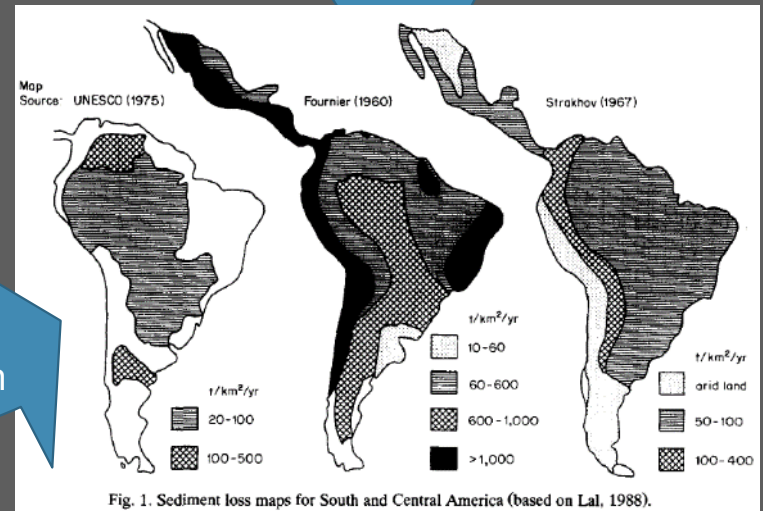


Fig. 1. Sediment loss maps for South and Central America (based on Lal, 1988).

Cuenca

Tilahun et al., 2014

Política





Investigación



?



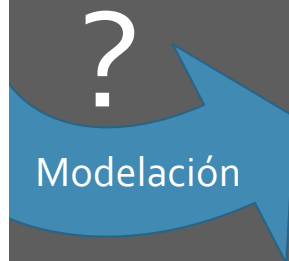
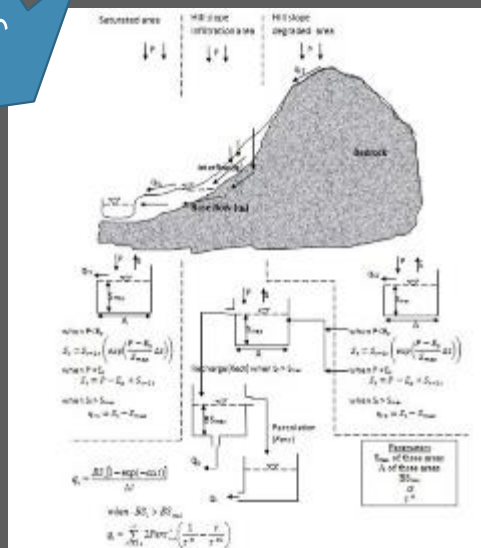
Acción

Hecho



Relaciones  
teóricas

?



Modelación



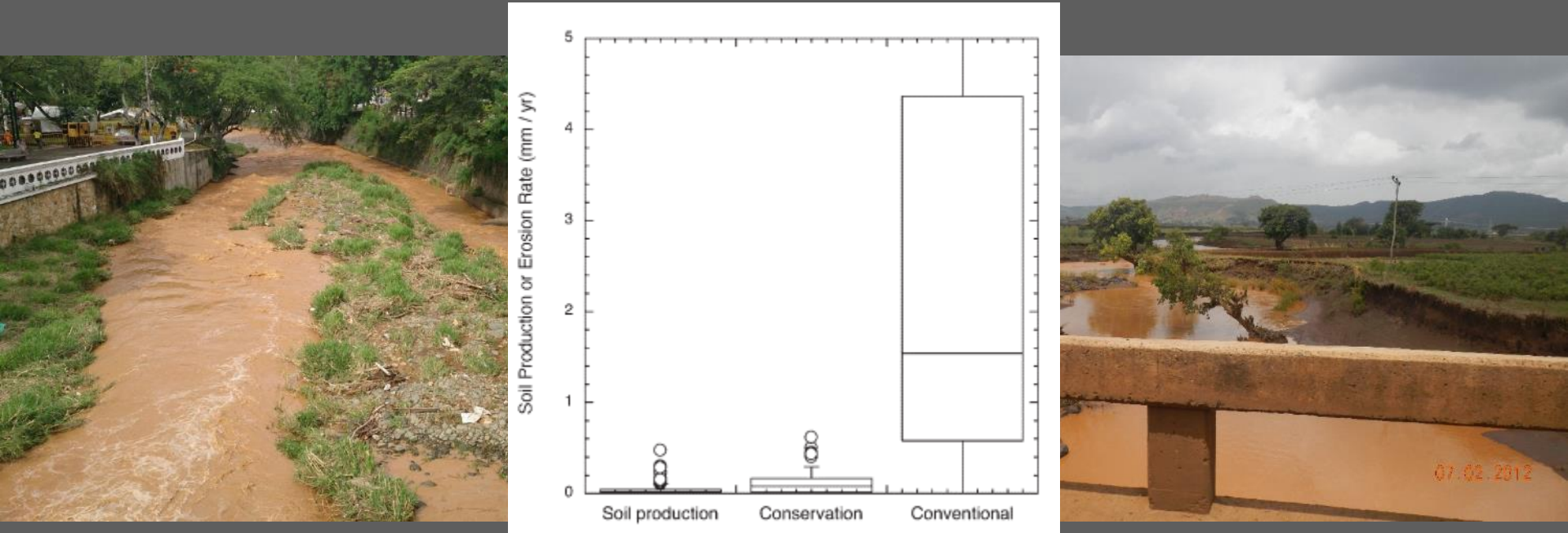
Política

Cuenca

Tilahun et al., 2014



El manejo de suelos en cuencas hidrográficas es importante porque estamos alterando el ambiente y el balance hídrico y edáfico.



Montgomery, 2007

- \*El manejo de suelos en cuencas hidrográficas es mejor con participación de varios socios.
- \* Se hace con la experiencia de la comunidad, conocimiento científico, y con mucha energía y paciencia.



Gracias a todo el equipo de Suelos-LAC y trabajadores de campo, gracias a todos mis colegas dentro del CIAT, y a los socios del proyecto: Cenicaña, Asocaña, y Asobolo. Esta investigación es parte del programa de NSF y USAID, Research and Innovation Fellowship.





Preguntas?!



10.05.2012