

Evaluación de pérdida de suelo por erosión hídrica en sistema agroforestal cacaotero intervenido.

Evaluation of loss of soil for hídrica erosion in cooa cocoa agroforestry system.

Autores: M Sc. Pedro Alejandro Pedrique-Arenas¹, Dr. C. Yuris Rodríguez-Matos², Dr. C. Aniceto Blanco-Peña²

Organismo: Universidad Politécnica Territorial Argelia Laya (UPTBAL, Higuerote, Municipio Brión, Estado Miranda, Venezuela¹, Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal de Montaña, Cuba²

E-mail: snuvoo@yahoo.com, yuris@fam.cuq.co.cu

Resumen.

El presente trabajo se desarrolló en el Municipio Acevedo, perteneciente al Estado Miranda, en la fecha desde noviembre del año 2011 hasta febrero de 2012, con el objetivo de evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica en el sistema agroforestal cacaotero intervenido, en el asentamiento campesino, La Paraulata. Los datos se tomaron a partir de cuatro franjas al azar de 2m x 20 m en contra de la pendiente, a partir de diseño completamente al azar, con 12 tratamientos y tres réplicas, en ellas se evaluaron cinco puntos mediante una cabilla enterrada, a los 20, 40, 60 y 80 días, para determinar el nivel de lámina de suelo erosionado. Hubo mejor comportamiento en la barrera viva de *Vetiveria zizanioides* y *Ananas comosus* en las diferentes pendientes.

Palabras clave: pérdida de suelo; erosión hídrica; sistema agroforestal intervenido.

Abstract.

The present work was developed in the Municipality Acevedo, belonging to the State Miranda, in the date from November of the year 2011 until February of 2012, with the objective of evaluating the soil loss for hídrica erosion in the intervened cocoa agroforestry system, in the rural establishment, The Paraulata. The data took at random starting from four fringes of 2m x 20 m against the slope, starting from design totally at random, with 12 treatments and three replicas, in them five points were evaluated by means of a buried cabilla, at the 20, 40, 60 and 80 days, to determine the level of sheet of erosionado floor. There was better behavior in the alive barrier of *Vetiveria zizanioides* and *Pineapples comosus* in the different slopes.

Keywords: soil loss; hidrica erosion; intervened agroforestry system.

Introducción.

La superficie de bosques existentes en el mundo es de 3 870 millones de hectáreas, de acuerdo con la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2001), donde evidencia que cada año se pierden 14,2 millones de hectáreas a causa de la deforestación, manifestando que en la actualidad se han perdido la mitad del total de la masa forestal mundial, estando protegido menos del 6% de los bosques del mundo.

Los bosques, en particular los tropicales, ocupan un lugar destacado en los esfuerzos encaminados a la conservación de la diversidad biológica. Se ha estimado que la mitad de la biodiversidad del mundo está contenida en ellos y que probablemente más de las 4/5 partes de ciertos grupos de plantas y animales se encuentren en los mismos CIFOR/UNESCO (1999), citado por Bellefontaine *et al.* (2007).

La desaparición de bosques, por otra parte según FAO (1991) afecta el ciclo del agua, uno de los factores necesarios para el equilibrio del clima atmosférico, además deja claro que la deforestación modifica los procesos de evaporación y régimen de lluvias, con cambios climáticos inmediatos que repercuten sobre las posibilidades de supervivencia de gran cantidad de especies que constituyen la biodiversidad o riqueza natural del planeta, de igual forma, la no existencia del bosque permite que los suelos entren en un proceso de degradación o desertificación, debido fundamentalmente a la actividad entrópica.

La humanidad atraviesa un momento decisivo en su desarrollo. Nunca antes los ecosistemas del planeta se han visto tan afectados por la presencia humana, vastas áreas de los bosques del mundo, que han servido de sustento para la supervivencia y progreso de la humanidad han sido gravemente degradados, donde se vislumbra que los recursos naturales no son infinitos y que su utilización juiciosa y sostenible es necesaria para la supervivencia (FAO, 2002).

En las áreas montañosas Barloventeñas se practica la agricultura a pequeña escala y de alguna manera se han venido explotando los recursos forestales de manera indiscriminada, manifestándose que algunos asentamientos campesinos carecen de bosques y para agravar la situación plantan en pendientes pronunciadas con escaso control, causando efectos perjudiciales sobre el medio ambiente, observándose daños en el suelo, de la biodiversidad y al clima.

Objetivo: evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica en el sistema agroforestal cacaotero intervenido.

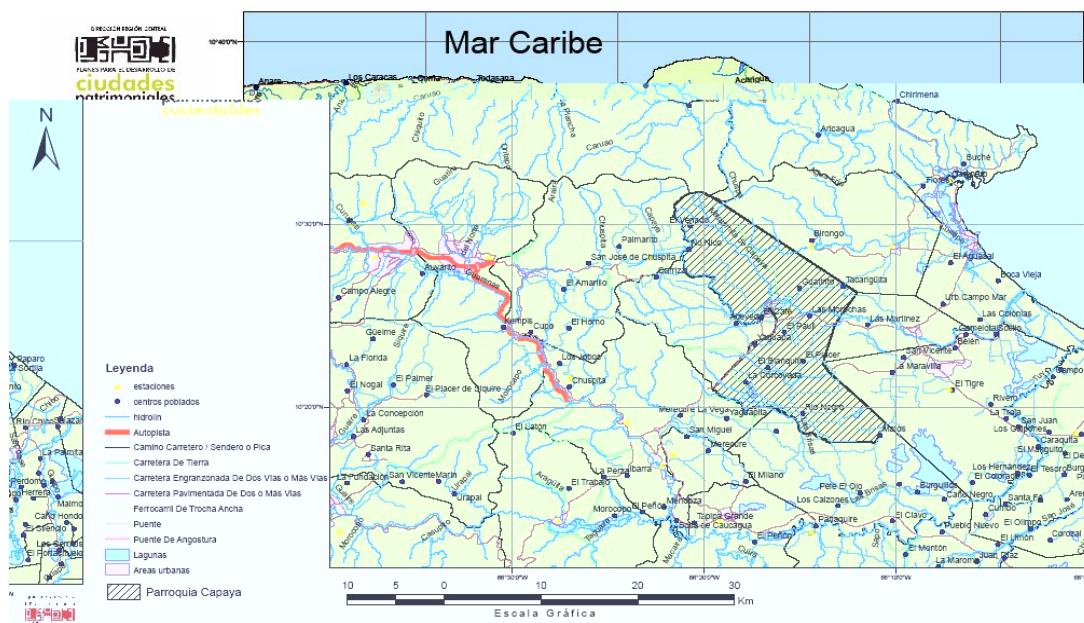
Desarrollo.

Materiales y Métodos

Ubicación de la comunidad de Capaya

El presente trabajo se desarrolló desde noviembre del año 2011 hasta febrero 2012, en el asentamiento campesino la Paraulata, dentro de la parroquia Capaya, municipio Acevedo del Estado de Miranda, se localiza entre las coordenadas geográficas 66°16'16" de longitud Oeste y 10°25'50" de Latitud Norte, a una altitud de 80 metros sobre el nivel del mar (msnm) Figura 1, con inmediaciones del río Marasmita de Capaya, afluente del río Capaya, donde sus áreas de influencia son: turismo, comercio, agricultura.

Figura 1. Ubicación del área de estudio.



Caracterización edafoclimáticas

Caracterización climática

Según la clasificación climática realizada por Köppen (1936), la zona de estudio se encuentra dentro de la categoría AW''i. (lluvioso cálido tipo A), la cual está referida al *clima lluvioso tropical* con mes más frío superior a 18°C unido a la clasificación *Estación seca en invierno* pues caen menos de 60 milímetros de precipitación por lo menos un mes al año, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 2,000 mm y 2,400 mm y una temperatura media anual de 26°C, tiene un régimen climático bimodal por lo que existen meses secos y húmedos. En los meses húmedos la precipitación oscila entre 1,400 mm y 2,100mm. La

evaporación media anual es de 1,200 mm – 1,800 mm y la evapotranspiración anual oscila entre 960 y 1,440 mm, por lo que presenta relativamente un balance hídrico positivo.

Temperatura

Es el indicador de la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire, estableciéndose mediante promedios diarios, mensuales y anuales, donde en los trópicos varía dependiendo de la altitud principalmente, generando valores inferiores a medida que aumente la altura sobre el nivel del mar a razón de -0,6 grados Celsius (°C) por cada 100 metros de altitud. Ese valor lleva por nombre Gradiente Altotérmico.

La temperatura media registrada al promedio de todas las estaciones meteorológicas es de 6,42°C, mientras que la temperatura máxima es de 36,18°C la mínima es de 24,09°C. Las oscilaciones térmicas diarias varían entre 10°C y 12°C. Debido a la alta humedad presente en la zona, así como también constante nubosidad lo que dificulta pérdidas de calor por convección atmosférica. Las oscilaciones anuales tienen una variación de 3,5 °C, teniendo como valor de mínimo el mes de enero y de máxima en mayo Figura 2.

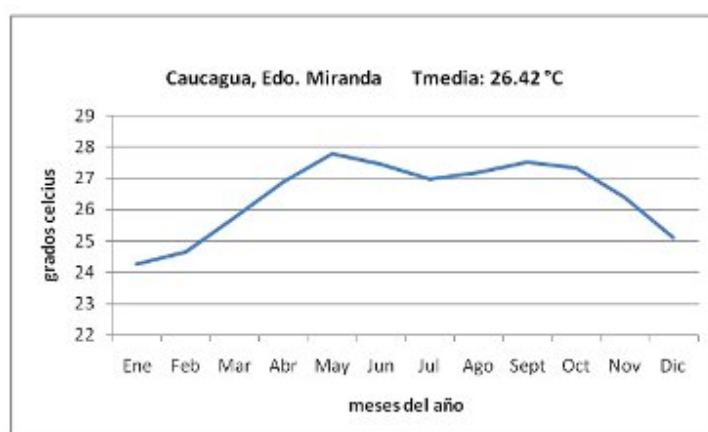


Figura 2. Temperatica media mensual.

Precipitaciones

Las precipitaciones se establecen mediante los totales de agua de lluvia recogidos en los pluviómetros. El análisis pluviométrico se logra tras la sumatoria de milímetros de altura de agua dentro de una superficie de un metro cuadrado, está influenciado por su cercanía al mar y por las variaciones del relieve existente en el estado Miranda. Estas tierras se encuentran ampliamente abiertas al mar y a los vientos alisios del noroeste, los cuales penetran directamente a la zona cargados de humedad recogida a su paso por el mar y producen una gran pluviosidad, lo que a la vez es favorecido por el ángulo orográfico formado por las montañas que bordean por el noroeste, reteniendo la humedad.

Desde este punto de vista estadístico, las precipitaciones en la zona presentan un régimen pluviométrico Bimodal con altos de precipitación hacia los meses de julio-agosto y

noviembre-diciembre. Las precipitaciones en la región son generadas por diferentes situaciones meteorológicas, como la Zona de la Convergencia Intertropical que genera la temporada de lluvias, las perturbaciones tropicales (ondas del este, depresiones, tormentas tropicales) provenientes del Océano Atlántico y las situaciones meteorológicas provenientes del Norte del continente, entre las cuales tenemos las vaguadas y los restos de frentes fríos Figura 3.

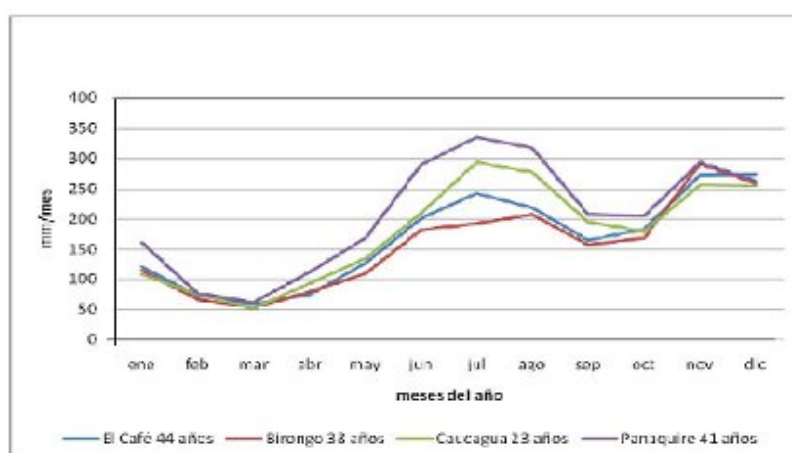


Figura 3. Precipitación mensual histórica de la parroquia de Capaya hasta el año 2012.

Caracterización edáfica

Los resultados de los análisis físicos y químicos de los suelos de la localidad de Capaya Tabla 1, se clasifica como Aeric tropaquepts, caracterizados por una secuencia textural franco arcillosa a franco limosa, de estructura granular con drenaje externo e interno lentos.

Tabla 1. Caracterización física y química del área de estudio.

| Textura | FA |
|----------------------------|---------|
| C.I.C. (meq) /100 g suelo | 20,7 A |
| M.O. (%) | 4,9 A |
| Zn (mg.kg-1) | 7,1 A |
| Mn (mg.kg-1) | 50,9 A |
| Fe (mg.kg-1) | 392,4 A |
| Cu (mg.kg-1 ^o) | 7,3 A |
| Mg (mg.kg-1) | 118,2 A |
| Na (mg.kg-1) | 18,6 B |
| Ca (mg.kg-1) | 2646 A |
| K (mg.kg-1) | 802 A |
| P (mg.kg-1) | 16,1 B |

Leyenda: FA= Franco Arcilloso; A = Nivel Alto; M= Nivel Medio; B = Nivel Bajo

Determinación de la pérdida de suelo

La determinación de la pérdida de suelo se realizó a partir de la metodología de Pérez (1989), se ubicaron cuatro franjas al azar de 2m x 20 m en contra de la pendiente, desde noviembre del año 2011 hasta febrero 2012. En ellas se evaluaron cinco puntos al azar mediante una cabilla enterrada y marcadas, colocadas dentro del sistema a los 20, 40, 60 y 80 días para determinar el nivel de lámina de suelo erosionado, a partir de la siguiente fórmula:

$$P = h * A * Da$$

Donde:

P= pérdida de suelo en (t.ha⁻¹.año).

h= lámina de suelo erosionado (cm).

A= superficie evaluada (m²).

Da= densidad aparente (g/cm³).

La densidad aparente se determinó, con la muestra de tres cilindros al azar en las áreas de estudio, donde para el procesamiento de la misma, se tuvo en cuenta el peso húmedo del suelo, el peso seco obtenido en la estufa con 115 °C y se determinó el peso de suelo en correspondencia con el peso y el volumen del cilindro, con la siguiente ecuación:

Donde:

m = masa del peso seco (g).

V = volumen del cilindro (cm³).

$$Da = \frac{m}{V}$$

Tratamientos

Se empleó un diseño experimental de bloque al azar con tres tratamientos y tres réplicas, para evaluar la pérdida de suelo con aplicación de dos tipos de barreras vivas, en diferentes por cientos de pendientes.

T₁- barrera viva de *Ananas comosus* + 52% de pendiente

T₂- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 52% de pendiente

T₃- Control (área natural) + 52% de pendiente

T₄- barrera viva de *Ananas comosus* + 47% de pendiente

T₅- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 47% de pendiente

T₆- Control (área natural) + 47% de pendiente

T₇- barrera viva de *Ananas comosus* + 38% de pendiente

T₈- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 38% de pendiente

T₉- Control (área natural) + 38% de pendiente

| Tratamientos | Pérdida de suelo (t.ha ⁻¹ . año) |
|--------------|---|
|--------------|---|

T₁₀-
 barrera viva de *Ananas comosus* + 32% de pendiente
 T₁₁- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 32% de pendiente
 T₁₂- Control (área natural) + 32% de pendiente

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación doble con test de rangos múltiples de Duncan (5%) para la comparación de medias a cada una de las especies estudiadas a partir del paquete estadístico STATGRAPHICS Plus Versión 5.1.

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se observa el comportamiento de la pérdida de suelo en diferentes niveles de pendiente (52, 47, 38 y 32%), a los 20, 40, 60 y 80 días, donde los mejores tratamientos fueron: T₂- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 52% de pendiente; T₅- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 47% de pendiente; T₈- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 38% de pendiente y T₁₁- barrera viva de *Vetiveria zizanioides* + 32% de pendiente, con diferencias significativas con los demás tratamientos, aunque también arrojó resultados favorables respecto al control en los T₁- barrera viva de *Ananas comosus* + 52% de pendiente; T₄- barrera viva de *Ananas comosus* + 47% de pendiente; T₇- barrera viva de *Ananas comosus* + 38% de pendiente y T₁₀- barrera viva de *Ananas comosus* + 32% de pendiente.

Se pone de manifiesto que a los 20 días el T11, fue el que mejor se comportó, a los 40 T8, mientras que a los 60 el T5 y a los 80 el T11, T8 y T5, estos se debe a que las barreras vivas son hileras de plantas perennes (árboles y arbustos) o de larga vida destinadas a contrarrestar la erosión en las laderas, coincidiendo con Pasolac (2000), al plantear que deben colocar en contra de la pendiente del terreno, siendo la principal finalidad la de reducir la escorrentía del agua y asimismo, captar y retener suelo transportado por el agua.

Tabla 2. Comportamiento de la pérdida de suelo a los 20, 40, 60 y 80 días.

| | 20 días | 40 días | 60 días | 80 días |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| T ₁ | 19,18 ^e | 23,26 ^e | 16,32 ^e | 11,83 ^f |
| T ₂ | 12,24 ⁱ | 3,67 ^k | 2,85 ^k | 0,41 ^l |
| T ₃ | 28,97 ^a | 26,52 ^d | 39,58 ^a | 37,54 ^a |
| T ₄ | 16,73 ^f | 15,50 ^f | 13,87 ^f | 10,61 ^g |
| T ₅ | 12,24 ^j | 9,79 ^g | 1,22 ^l | 0,0 ^k |
| T ₆ | 28,97 ^b | 41,21 ^a | 38,35 ^b | 35,90 ^b |
| T ₇ | 14,69 ^g | 7,34 ^j | 11,02 ^g | 7,34 ⁿ |
| T ₈ | 10,2 ^k | 3,26 ^l | 5,30 ^l | 0,0 ^j |
| T ₉ | 26,92 ^c | 38,35 ^b | 32,23 ^d | 35,49 ^c |
| T ₁₀ | 12,64 ^h | 9,38 ^h | 9,39 ^h | 12,24 ^e |
| T ₁₁ | 4,08 ^l | 7,75 ⁱ | 2,86 ^j | 0,0 ⁱ |
| T ₁₂ | 24,89 ^d | 36,72 ^c | 35,90 ^c | 27,34 ^d |
| E.E | 1,009 | 1,318 | 1,069 | 2,197 |

*Letras iguales en columna no tienen diferencias significativas, según Dócima de Duncan para ($p \leq 0,05$) y E.E= error estándar calculado.

Estos resultados son de gran importancia porque las barreras vivas son hileras de plantas perennes (árboles y arbustos) o de larga vida destinadas a contrarrestar la erosión en las laderas. Se colocan en contra de la pendiente del terreno, siendo la principal finalidad la de reducir la escorrentía del agua y asimismo, captar y retener suelo transportado por el agua. A corto, mediano y largo plazo las barreras vivas reducen la pendiente creando pequeñas terrazas.

Resultados similares fueron alcanzados por Fuentes (2001), pero en otras condiciones edafoclimáticas, donde planteó que para controlar la erosión hay que tomar una o varias medidas antierosivas, según las problemáticas existentes en los terrenos: muros de piedra al contorno, terrazas niveladas, terrazas individuales y barreras vivas.

También alcanzaron respuestas favorables Cairo y Fundora (2005) al plantear que la degradación de los suelos lleva siempre consigo una serie de efectos, todos ellos negativos. Cualquiera que sea el tipo de degradación sufrida, una de las propiedades que se ve siempre afectada es la estructura, formándose agregados más inestables y con fuerte tendencia a la destrucción y dispersión de los coloides.

También coincide con estos resultados Guerra (2009) al considerar que cuando mayor es el ángulo de inclinación y la longitud de una pendiente, la erosión es más seria, porque la velocidad de escorrentía (lámina de agua de lluvia escurrida sobre un terreno, dependiendo de su pendiente) se incrementa y la intensidad de la lluvia determina el grado de erosión que ésta provoca. Al no existir una cubierta vegetal protectora, las gotas remueven muchas toneladas de suelo por hectárea, que es arrastrado por la escorrentía superficial.

Conclusiones.

El mejor control de la erosión de los suelos fue donde se aplicaron las barreras vivas: *Vetiveria zizanioides* y *Ananas comosu*.

Recomendación.

Seguir aplicando barreras vivas en otras áreas de sistema agroforestal cacaotero con problemas de erosión y degradación de los suelos.

Bibliografía.

- Bellefontaine, R. G., A., Pettrucci, Y (2007). Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. *Cahier FAO Conservation*, 32.
Cairo, P., Fundora, O. (2005). *Edafología*. La Habana.

- FAO. (2002). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Disponible en http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/iita.htm
- FAO. (2001). *Evaluación mundial de recursos*. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/fo/fra/index.lps>
- Fuentes, A. (2001). *Manual Técnico de Estabilización y Forestación de Cárcavas en Cuencas Hidrográficas*. La Habana.
- Guerra, J. (2009). Manejo y Conservación de suelo. Disponible en http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/iita.htm
- Guidelines, F. (1991). Land evaluation for extensive grazing soils Bulletin 58. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/005/X20385/X2038sOb.htm>
- Pasolac, J. (2000). Guía técnica de conservación de suelos y agua. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/otrainformacion/forestal/barrerasvivas.html>
- Reyes, A. F., J.; Cortés F., Alarcón, A. (2001). Simbiosis micorrízica y vermicomposta en el desarrollo de porta injertos de aguacate crecidos en sustratos agrícola y foresta. *Centro Agrícola*, 8(2), 15-25.

Fecha de recibido: 23 jun. 2012
Fecha de aprobado: 12 jun. 2012