

**EFFECTO DE LAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO EN UN CULTIVO DE
MORA (*Rubus glaucus* Benth.), EN EL MUNICIPIO DE SAN BERNARDO
(CUNDINAMARCA).**

AUTOR HECTOR CAMILO PALACIOS GARCÍA
TUTOR EXTERNO WILLIAM ANDRÉS CARDONA
TUTOR INTERNO WILLIAM MONTENEGRO

PRESENTADO A
COMITÉ DE GRADO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ
FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA
NÚCLEO TEMÁTICO OPCION DE GRADO PASANTIA
MAYO 2017

1. Tabla de contenido	
2. RESUMEN EJECUTIVO	5
3. INTRODUCCIÓN	6
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
5. JUSTIFICACION.....	8
6. OBJETIVOS.....	9
6.1 Objetivo general	9
6.2 Objetivos específicos	9
7. MARCO REFERENCIAL.....	10
7.1 Finca “Las Acacias”	10
7.2 FINCA “La primavera”	11
8. MARCO CONCEPTUAL	12
8.1 Cultivo de mora (<i>R. glaucus</i> Benth.).....	12
8.2 Erosión hídrica	12
8.3 Practicas de conservación utilizadas para evitar la erosión hídrica	13
8.3.1 Incorporación de micorrizas arbusculares	13
8.3.2 Trazado en contra de la pendiente.....	13
8.3.3 Parcelas de escorrentía	16
9. MARCO LEGAL.....	16
10. RECURSOS FISICOS, TALENTO HUMANO Y METODLOGIA.....	17
10.1 Metodología	17
10.1.1 Procedimiento.....	17
10.1.3 Fase de laboratorio	19
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
12. CONCLUSIONES.....	22
13. BIBLIOGRAFIA.....	24
14. Anexos.....	27
Anexo A.....	27
Anexo B.....	27
Anexo C.	28

1.1 LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recursos físicos.....	20
Tabla 2. Pérdida de suelo en los dos escenarios con una precipitación acumulada de 86 mm.	20
Tabla 3. Datos tomados.....	27
Tabla 4. Cálculos de volumen de escorrentía.	27
Tabla 5. Cálculos de pérdida de suelo.	27

1.2 LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa político del municipio de San Bernardo.	10
Figura 2. Finca las "Las Acacias" instalación de parcelas de escorrentía, municipio de San Bernardo.....	11
Figura 3. Finca "La Primavera", instalación de parcelas de escorrentía, municipio de San Bernardo.....	11
Figura 4. Proceso general de la erosión.....	13
Figura 5. Materiales para construir un agro nivel.	14
Figura 6. Armado de agro nivel.	15
Figura 7. Esquema de una parcela de escorrentía.....	16
Figura 8. Procedimiento para para evaluar los efectos de las prácticas de conservación. 17	
Figura 9. Lote destinado para las prácticas de conservación en la Finca "Las Acacias".) 18	
Figura 10. Mapa de parcelas de escorrentía.	18
Figura 11. Instalación de parcelas de escorrentía.	18
Figura 12. Derecha Toma de agua con sedimentos del tanque recolector Izquierda recolección de agregados del suelo sobre la canaleta.	19
Figura 13. Derecha Aplicación de ácido sulfhídrico a los sedimentos. Izquierda peso de agregados del suelo.....	19
Figura 14. Esquema de la erosión hídrica.....	21

2. RESUMEN EJECUTIVO

El uso del suelo en ladera para uso en cultivos perennes como es el caso de la mora, la ausencia de prácticas de conservación y las altas precipitaciones, conducen a una fuerte erosión hídrica y a pérdida de la fertilidad natural del suelo cultivado, con la consiguiente disminución de los rendimientos productivos. Para estimar la pérdida de suelo por este tipo de erosión, es necesario la utilización del método directo de parcelas de escorrentía, implementado por Escobar *et al.* (1982), dicho método permite estimar la pérdida de suelo ocasionado por factores anteriormente nombrados. Mediante la implementación en dos escenarios en predios del municipio de San Bernardo, uno en un lote con prácticas de conservación de suelo ubicado en la vereda Santa Marta, finca "Las Acacias" y otro escenario con ausencia de dichas prácticas de conservación. La instalación de ambas parcelas permitirá estimar la cantidad de suelo perdido por acción de la lluvia.

Se presentó una disminución en la pérdida de suelo bajo los criterios de conservación como fueron: distancia de siembra adecuada, trazado en contra de la pendiente y uso de micorrizas.

3. INTRODUCCIÓN

Los cultivos de mora en el país se caracterizan por estar situados en suelos de topografía inclinada, con altas precipitaciones y manejados generalmente de manera tradicional (sin prácticas adecuadas de conservación), generando la pérdida de este recurso no renovable. Las prácticas de conservación de suelos se aplican principalmente en suelos inclinados o de laderas, aunque también pueden aplicarse en suelos planos. Cuando se aplican estas prácticas en terrenos de laderas es necesario hacer uso del agro nivel o nivel "A", un instrumento que es utilizado para el trazo de curvas a nivel y es muy útil para el buen manejo y prevenir la erosión en terrenos con pendientes (FHIA, 2011). Además, otra de las prácticas fue la incorporación de micorrizas arbusculares (HMA) que tienen una forma de crecimiento en las hifas que favorece la formación o unión de los agregados del suelo, y la relativa persistencia de las hifas y sus productos (glomalina), hacen a los HMA importantes estabilizadores de los agregados a largo plazo (Miller, 2000). La glomalina es una glicoproteína que se forma en las hifas del hongo, que aparentemente es segregada y se adhiere a las partículas del suelo (Chumming Bai, 2009). El alto contenido de materia orgánica del suelo permite la formación de agregados y les da estabilidad, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso (Otiniano, 2006). Por este motivo, la evaluación de los efectos de estas prácticas mediante el método directo de parcelas de escorrentía permite cuantificar la pérdida de suelo en el cultivo de mora, que se presenta por las altas precipitaciones anuales en el municipio de San Bernardo, que afecta directamente los suelos de ladera que no cuentan con prácticas adecuadas de conservación. El objetivo de esta investigación fue estimar el efecto de las precipitaciones sobre la pérdida de suelos de ladera cultivados con mora en el municipio de San Bernardo (Cundinamarca), con las prácticas de conservación establecidas.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales causas de pérdida de suelo en ladera, se debe a la erosión hídrica, o pérdida física del suelo por efecto del arrastre del agua lluvia. Esta situación que afecta a suelos del municipio de San Bernardo, específicamente a los ubicados en relieve montañoso.

Estos factores (topografía inclinada y altas precipitaciones) unidos a malas prácticas de conservación de suelo, toman una gran importancia cuando se trata la pérdida de suelo por erosión hídrica. Las características del suelo derivado de ceniza volcánica, con poca a moderada evolución, con una pendiente del 45 %, lo cual los hace muy susceptibles a la pérdida de suelo (IGAC, 2010, p.21).

La pérdida de suelo implica un cambio en la estructura, la porosidad, la infiltración y la retención de humedad y pérdidas de macroagregados y microagregados del suelo especialmente sobre el horizonte A, disminuyendo la fertilidad del suelo, generando un aumento en gastos por aplicaciones de fertilizantes para mantener sus cultivos en producción.

5. JUSTIFICACIÓN

La degradación de suelos por erosión está asociada a la pérdida de estabilidad de las laderas y taludes, lo cual agrava o desencadena algunas amenazas como los movimientos en masa y los flujos torrenciales. El grado de erosión se ha clasificado de acuerdo a la intensidad del proceso en términos de severidad y a la magnitud o superficie afectada por el mismo, en cinco categorías: sin evidencia (no hay evidencia de degradación por erosión), ligera, moderada, severa y muy severa. (IDEAM, 2017)

El área degradada por erosión en Colombia es de 45.377.070 ha (40% de la superficie continental de Colombia), de las cuales, el 20% se encuentran en un grado de erosión ligera, el 17% en grado de erosión moderada y el 3% en grado de erosión severa y muy severa (IDEAM-MADS, 2014¹).

Una opción para disminuir la erosión, son las prácticas de conservación que se hizo mención anteriormente, y para verificar sus efectos se cuantifican mediante la implementación de un método que ha demostrado una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos, así como su versatilidad en la investigación, razón por la cual es el que mayormente es utilizado en estudio de erosión (Morales 1996), es el método directo de parcelas de escorrentía para la medición de pérdida de suelo $t\ ha^{-1}\ año^{-1}$.

¹: <http://www.siac.gov.co/erosionSuelo.html>

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Estimar el efecto de la precipitación sobre la pérdida de suelo en cultivos de mora (*R. glaucus* Benth) en ladera, implementando prácticas de conservación para evitar el desgaste de suelo por erosión.

6.2 Objetivos específicos

- Estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica en dos escenarios de manejo de suelos de ladera cultivados con mora.
- Establecer un protocolo de conservación de suelos de ladera cultivados con mora.

7. MARCO REFERENCIAL

El proyecto se ejecutó en el municipio de San Bernardo, vereda Santa Marta (figura 1), ubicado al Sur – oriente del departamento de Cundinamarca, en la Provincia del Sumapaz. Temperatura media de 20°C (Alcaldía de San Bernardo – Cundinamarca, 2017). El mes más seco es agosto, con 64 mm de lluvia y la mayor parte de la precipitación ocurre en octubre (203 mm). Marzo es el mes más cálido del año. La temperatura promedio en marzo es de 19.3 ° C. noviembre es el mes más frío, con temperaturas promediando 18.1 ° C. (CLIMA: SAN BERNARDO, S.f).

Se trabajó bajo un esquema de investigación participativa con productores pertenecientes a la asociación ADAC (Asociación para el desarrollo agroecológico y campesino de la región del Sumapaz).



Figura 1. Mapa político del municipio de San Bernardo. Fuente: (EOT-San Bernardo-Cundinamarca- Presentación Mapas 2, 2017)

7.1 Finca “Las Acacias”

Establecieron en la vereda Santa Marta finca Las Acacias (escenario CTA), con una altitud 2435 m.s.n.m, con las siguientes coordenadas UTM 18N 565044-W 45339. Las parcelas para el estudio se ubicaron sobre una pendiente de 45 % (figura 2); la distancia

entre planta y planta es de 2 m. donde ese realizaron todas estas prácticas de conservación mencionadas anteriormente.



Figura 2. Finca las "Las Acacias" instalación de parcelas de escorrentía, municipio de San Bernardo. Fuente (Vásquez, 2017)

7.2 FINCA “La primavera”

La otra parcela se instaló en la finca la primavera (escenario productor) con una pendiente 45% (figura 3) con una altitud 2517 m y coordenadas UTM 18N 564920 w 453926 donde el productor tiene la siembra a favor de la pendiente.



Figura 3. Finca “La Primavera”, instalación de parcelas de escorrentía, municipio de San Bernardo. Fuente:(Autor, 2017)

8. MARCO CONCEPTUAL

8.1 Cultivo de mora (*R. glaucus* Benth.)

Colombia cuenta con 7.007 hectáreas plantadas, de las cuales 4.922 están en edad productiva, se presentan rendimientos promedio de 15 toneladas por hectárea, lo que significa una producción de 73.856 toneladas anuales. Cabe destacar que el departamento de Cundinamarca cuenta con la mayor área sembrada y, por tanto, con la mayor producción, llegando a 40.000 toneladas anuales de fruta cosechada, (DANE, ENA, 2012). Actualmente los suelos sembrados con este cultivo, están siendo afectados por la erosión hídrica, debido a la ausencia de prácticas de conservación. El municipio de San Bernardo, uno de los municipios más productivos en mora, presenta factores como alta precipitación anual, pendientes pronunciadas y siembra a favor de la pendiente, factores que pueden promover la erosión hídrica.

8.2 Erosión hídrica

La erosión hídrica es el proceso mediante el cual el suelo y sus partículas son separados por el agua (figura 4). El proceso de erosión incluye 3 etapas:

1. **Preparación del material** (Desprendimiento o remoción)
2. **Transporte**
3. **Sedimentación**

En la etapa de preparación se produce la alteración de la estructura superficial del suelo, destrucción de los agregados y alteraciones de infiltración/ escurrimiento, pérdida de fertilidad; en la etapa de transporte se completa la pérdida de las partículas del suelo (materiales coloidales como materia orgánica). Este escurrimiento produce la erosión hídrica, en la última etapa de sedimentación se produce el depósito de partículas del suelo, este depósito puede destruir cultivos (Michelena, 2011).

Factores que causan la erosión hídrica (Pinzón, 2015):

- **Precipitación:** cantidad, duración e intensidad de precipitación y el tamaño la velocidad y energía de la gota de lluvia.
- **Suelo:** Es importante tener en cuenta la estructura y porosidad, puesto que de esto se infiere la infiltración.

- **Topografía:** El grado de pendiente puede afectar directamente, puesto que puede aumentar el grado de escurrimiento de la parte superficial del suelo.
- **Vegetación:** Cuando el suelo tiene ausencia de vegetación esto se presta para que la erosión hídrica genere una alta degradación.
- **Uso y manejo del suelo:** Muchas de las prácticas convencionales que se realizan, como siembra a favor de la pendiente siembra en altas densidades, son factores que generan una mayor susceptibilidad a la erosión hídrica.

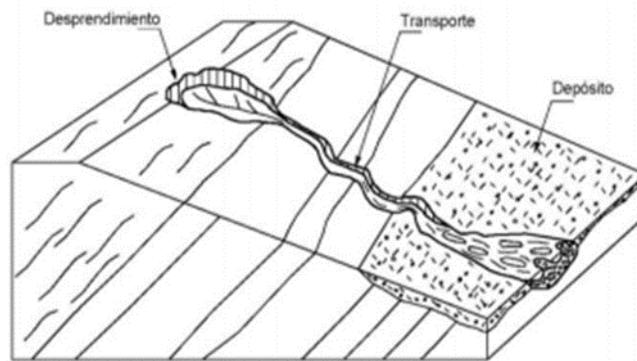


Figura 4. Proceso general de la erosión. Fuente: (Suarez, 2001²)

8.3 Prácticas de conservación utilizadas para evitar la erosión hídrica

8.3.1 Incorporación de micorrizas arbusculares

Los hongos formadores de “micorrizas arbusculares (HMA) son importantes en la formación y estabilización de los agregados del suelo (Rillig, 2004) de esta manera evita en su mayoría la pérdida de suelo por erosión hídrica.

8.3.2 Trazado en contra de la pendiente

Este trazado se realiza con una agro nivel “A” permitiendo obtener el terreno con curvas de nivel. El nivel se utiliza en áreas con pendiente, en donde se realizarán obras y se aplicarán técnicas para la conservación del suelo. (Camacho, S.f). El nivel A se construye con los siguientes materiales (figura 5):

Dos reglas de madera de 2 metros (m) de largo por 5 centímetros (2 pulgadas) de ancho por 2.5 centímetros (1 pulgada) de grueso.

Una regla de madera de 1.10 m de largo por 5 centímetros de ancho por 2.5 centímetros de grueso.

Cinta métrica

Dos trompos de 20-25 centímetros de alto y 5 centímetros de diámetro

Un nivel de cuerda o nivel de albañil

Tres clavos de unos 6-8 centímetros de largo

Cuerda fina o cáñamo de costurar sacos

Lápiz tinta

Una piedra, o botella con su tapa o rosca para utilizarla como plomada (FUNDESYRAM, S.f.).

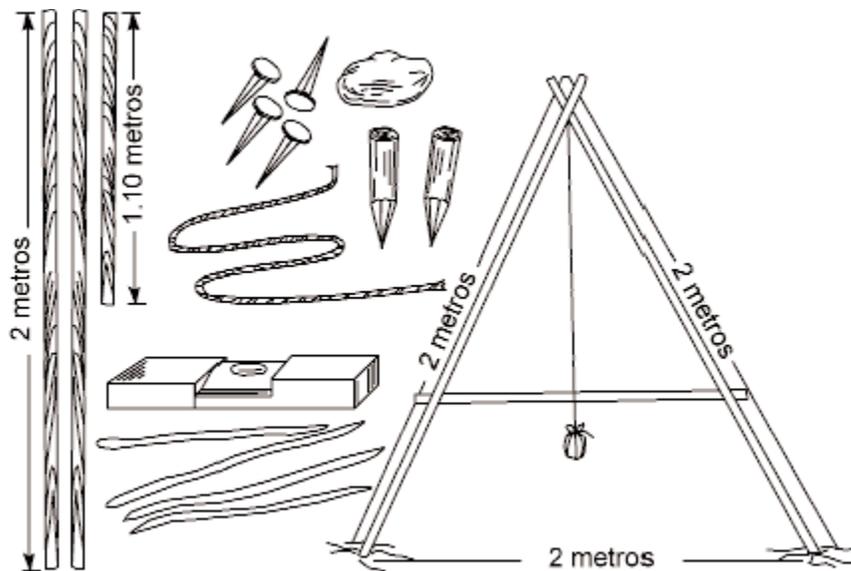


Figura 5. Materiales para construir un agro nivel. Fuente: (FUNDESYRAM, S.f)

Para el armado se realizan los siguientes pasos:

1. Clave las reglas de 2 m en uno de los extremos, más o menos a 2.5 cm (1 pulgada) del mismo. La cabeza del clavo debe quedar salida para poner la plomada.
2. Marcar el lugar donde irá el travesaño. Para esto se amarra la cuerda al clavo y con ésta extendida se hace una marca a igual distancia en cada regla.
3. Clave las 2 estacas sobre la tierra plana a una distancia de 2 m.
4. Coloque las reglas en cada estaca para guiar la apertura del aparato.
5. Clave el travesaño en las marcas que hizo en las reglas (figura 6).

6. Amarre la plomada (hecha con la botella o la piedra) en la cabeza del clavo de tal manera que quede debajo del travesaño. (FHIA, 2011).

Cuando se termina el armado del agro nivel; se calibra colocando dos estacas, dejando una estaca más alta hasta que el hilo roce la marca central. Después, volteé el aparato, nuevamente la cabuya debe coincidir con la marca central.



Figura 6. Armado de agro nivel. Fuente: (Camacho S.f)

Para trazar las curvas a nivel o curvas a desnivel según sea el caso, se coloca el nivel de cuerda o plomada en 0% para curvas a nivel, y 0.5% para curvas a desnivel. Se traza la línea madre, que está formada por los puntos o guías en el terreno en donde se establecerán las obras de conservación. Esta línea madre se hace ubicándose en la parte más alta del terreno y trazando una línea imaginaria hacia abajo, colocando estacas (FHIA, 2011) luego se gira 90° para continuar con los surcos. La distancia que va tener es 2.5 m entre plantas y 3 m entre surcos para tener una baja densidad de siembra de 1.333 plantas ha^{-1} como parte de práctica de conservación; puesto que las densidades de siembra que se utilizan convencionalmente son 2500 plantas ha^{-1} hasta 5000 plantas ha^{-1} . Realizando sobreexplotación del suelo. El cual provocaría una degradación de este mismo.

8.3.3 Parcelas de escorrentía

Las parcelas experimentales permiten el estudio dinámico de los procesos erosivos. Son esencialmente instrumentos de campo que permiten medir la escorrentía y sedimentos en una superficie de terreno delimitada, en la que se conocen sus características edáficas, topográficas, recubrimiento del suelo, estado de la vegetación, sistemas de manejo aplicados y usos del suelo (Ministerio de medio ambiente, S.f).

Estas parcelas son porciones de terreno de tamaño variable, limitadas por paredes que aíslan completamente el agua de escorrentía, evitando el paso de esta tanto hacia afuera como hacia adentro de la parcela. El agua que escurre hacia el final, se concentra en un embudo colocado en la base, de donde por medio de un canal recolector (figura 7) pasa a uno o varios tanques donde se recolectan las muestras para el análisis. (León, 2001).

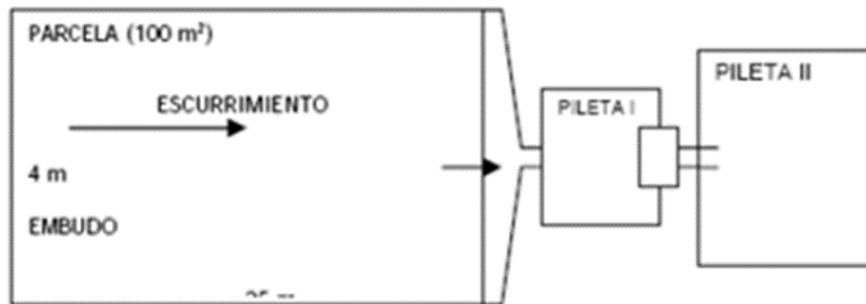


Figura 7. Esquema de una parcela de escorrentía. Fuente:(Sasal, 2010)

Este método directo cuantifica la cantidad de suelo que se pierde en las parcelas.

9. MARCO LEGAL

El proyecto de “INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRUTAS (FRESA Y MORA) EN ZONAS PRODUCTORAS REPRESENTATIVAS DE CUNDINAMARCA” que es financiado por la gobernación de Cundinamarca, la alcaldía mayor de Bogotá y es ejecutado por la universidad nacional y Corpoica C. I Tibaitatá en el marco del proyecto corredor tecnológico agroindustrial; tiene como objetivo, validar tecnologías y transmitir las a los productores mediante capacitaciones y visitas técnicas en sus fincas, buscando mejorar los ingresos y a la vez conservando el medio ambiente y los recursos vitales como el suelo. Para asumir este reto, se estipuló 4 componentes: manejo y conservación de suelos, fitosanidad, polinización con *Apis mellifera* y cosecha y pos cosecha, para validar en parcelas demostrativas y divulgar los resultados obtenidos de las PIPAS (Parcelas de investigación participativa agropecuaria) a los productores de las regiones productoras y

representativas de mora y fresa en el departamento de Cundinamarca, como un aporte al desarrollo del campo colombiano.

10. RECURSOS FISICOS, TALENTO HUMANO Y METODLOGIA

10.1 Metodología

La metodología utilizada para medir los efectos de las prácticas de conservación fue implementada por Escobar *et al.* (1982) que cuantifica de forma directa la pérdida de suelo.

10.1.1 Procedimiento

La siguiente figura 8 muestra el procedimiento realizado para evaluar los efectos de conservación.

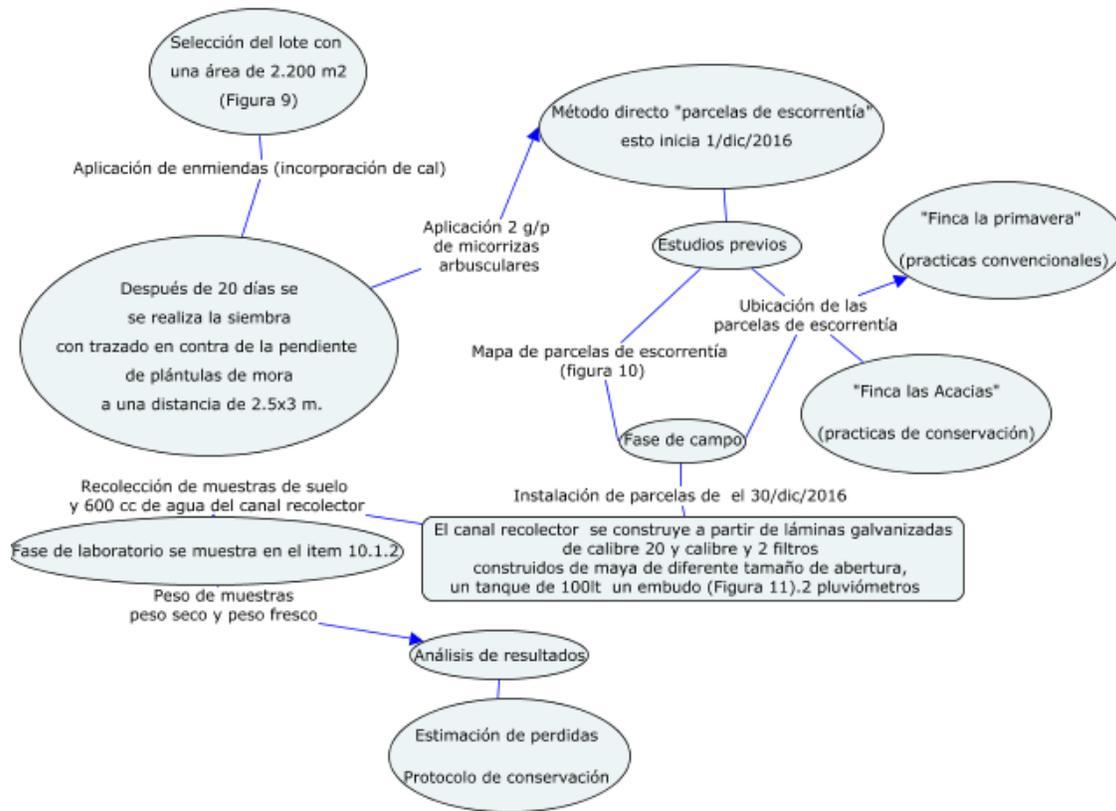


Figura 8. Esquema conceptual para evaluar los efectos de las prácticas de conservación. Fuente:(Autor, 2017)

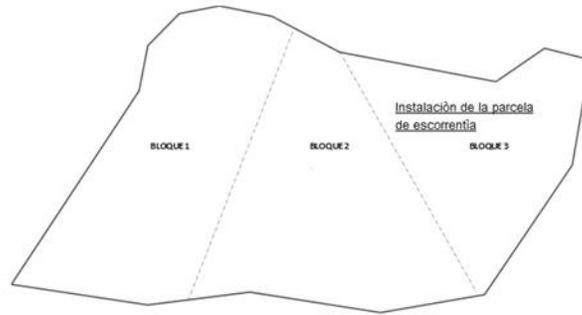


Figura 9. Lote destinado para las prácticas de conservación en la Finca "Las Acacias".
Fuente: (Vásquez, 2016)

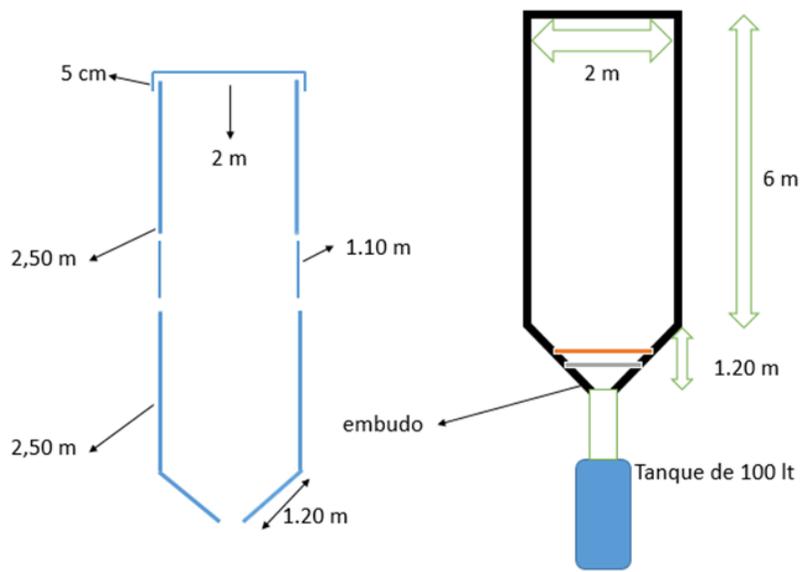


Figura 10. Mapa de parcelas de escorrentía. Fuente:(Autor, 2016)



Figura 11. Instalación de parcelas de escorrentía. Fuente:(Autor, 2017)

10.1.2 Toma de muestras

Después de un precipitación ≥ 12.5 mm. Se toma los agregados en la canaleta de la parcela y luego de homogenizar toda el agua que tiene el tanque recolector se toma una cantidad de 600 c^3 del fondo tanque (figura 12).



Figura 12. Derecha Toma de agua con sedimentos del tanque recolector Izquierda recolección de agregados del suelo sobre la canaleta. Fuente: (Autor, 2017)

10.1.3 Fase de laboratorio

Las muestras tomadas en campo como los agregados del suelo, se pesan en fresco (y luego se deja por 24 horas a una temperatura de 105 C° para obtener el peso seco. Para el agua con sedimentos se aplica ácido sulfhídrico al 98%, en una dosis de una gota por cada 50 ml de suspensión para una total de 12 gotas para los 600 c^3 (figura 13). Se deja por 24 horas, luego se realiza la sedimentación con filtros, y se procede hacer el peso fresco. Para llevar al horno por 24 horas a 105 C° para de nuevo pesar en seco.



Figura 13. Derecha Aplicación de ácido sulfhídrico a los sedimentos. Izquierda peso de agregados del suelo. Fuente: Autor, 2017

Tabla 1. Recursos físicos

Descripción	Unidad	Cantidad
laminas galvanizadas calibre 20 (2.10 x 0.3 m)	1	2
laminas galvanizadas calibre 20 (2.50x0.3 m)	1	8
laminas galvanizadas calibre 20 (1.10 x0.3 m)	1	4
Lámina galvanizada calibre 20 en embudo (1.20x2 m)	1	2
Remachadora	1	1
Caneca 100 L	1	2
Remaches	1	64
Silicona	1	1
Palin	1	1
Malla 16" (1.24x0.3 m)	1	2
Malla 18" (70X0.3m)	1	2
Pluviómetros	1	2
Tubos PVC (4 in x 1 m)	1	2

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región del Sumapaz, exactamente en el municipio de San Bernardo los suelos corresponden derivados de ceniza volcánica, (IGAC, 2000); y de acuerdo a estas características mencionadas estos suelos son susceptibles a los deslizamientos, donde toma una gran relevancia las prácticas de conservación en este tipo de suelo.

Se tomaron 3 muestras de los sedimentos en el tanque recolector y del mismo modo se tomaron 3 muestras de agregados del suelo sobre los filtros colocados en la canaleta, por cada escenario (anexo A); durante el periodo del 30 de diciembre del 2016 al 18 de febrero del 2017 la precipitación acumulada fue de 86 mm. Con los datos obtenidos y los cálculos realizados (Anexo B) se estimó la pérdida de suelo, que se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Pérdida de suelo en los dos escenarios con una precipitación acumulada de 86 mm. Fuente (Vásquez y Palacios, 2017)

Escenario	t/ha
CTA	0,05
PRODUCTOR	0,10

La pérdida de suelo para los dos escenarios tiene unas diferencias notables, debido a las prácticas de conservación implementadas realizadas en el escenario CTA. Durante este periodo del ensayo se encontró que al realizar dichas prácticas de manejo se disminuyó la pérdida de suelo en un 0.05 ton/Ha, en comparación con resultados encontrados en escenario del productor con prácticas convencionales en donde la pérdida de suelo fue de 0.10 ton/ha.

Al incorporar micorrizas como parte de practica de cobertura, no se pudo realizar una análisis biológico que permitiera identificar la misma concentración en cada planta debido al costo y el tiempo puesto no se contempló dentro del proyecto macro de corredor tecnológico.

La vegetación y usos del suelo son factores predominantes para disminuir la pérdida de suelo en esta zona en donde el cultivo de la mora es la mayor fuente de ingresos. La erosión hídrica en especial la que se evidencia en este municipio, es de tipo surco son fuerzas activas que generan un escurrimiento y que pueden llegar a formar cárcavas. Las fuerzas activas las produce la precipitación y el grado de pendiente y las fuerzas resistentes (figura 14) en este proceso lo hacen el tipo de suelo y la vegetación. Al disminuir la velocidad de la escorrentías y aumenta la capacidad de almacenaje de agua y mantiene sus características físicas y químicas.

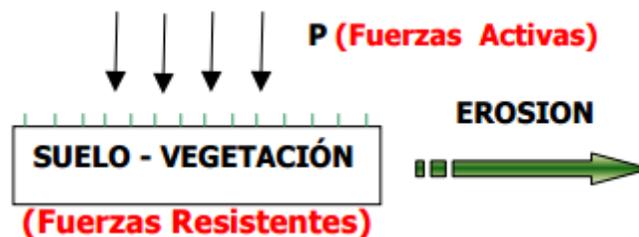


Figura 14. Esquema de la erosión hídrica. Fuente: (Michelena, 2011)

Uno de los resultados obtenidos en esta investigación fue el de elaborar un protocolo de conservación de suelos bajo ladera, donde trata la importancia de utilizar las prácticas de conservación, tales como, la incorporación de hongos formadores micorrizas, el manejo de la vegetación para obtener una producción sostenible, también se señala sobre los daños que puede causar la erosión hídrica si no se toman en cuenta estas prácticas.

Se sugiere a los agricultores de la zona seguir la metodología siguiente:

1. Realizar un análisis de suelos
2. Para el trazado se emplea un agro nivel para realizar la siembra con curvas a nivel.

3. se realizan enmiendas de acuerdo al análisis de suelos.
4. Después de 20 días se siembra con incorporación de micorrizas 2 gr/pl.
5. Aplicar materia orgánica 2 kg/pl.
6. mantener la zona de plateo limpia de arvenses.
7. Manejar coberturas arvenses establecidas en el suelo como usualmente se encuentra gramíneas como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y corazón herido (*Polygonum nepalense* meisn), con un control de labor de guadaña en un frecuencia de acuerdo al clima de 2 a 3 meses.

Si se siguen estos pasos se puede reducir la pérdida de suelo en un 40-50%.

12. CONCLUSIONES

Dentro de los resultados presentados en el trabajo realizado en el municipio de San Bernardo; se cuantifico la pérdida de suelo bajo un sistema producción (cultivo de mora en etapa vegetativa), donde se demuestra que las prácticas de conservación tienen un efecto positivo para mantener la fertilidad en el suelo y sus características físicas; evitando la pérdida de 0.05 ton/Ha en el escenario CTA se puede determinar cómo ligera la erosión en este escenario.

Factores como: tipo de vegetación en la cobertura se deben mantener en un porte bajo para no generar una competencia a la planta de mora; también es importante reconocer que estas coberturas no sean hospederos de plagas limitantes del cultivo.

Esto permite determinar que la mayor parte de la erosión hídrica es antrópica, puesto que no aplican ninguna de las prácticas de conservación y el manejo del suelo es tradicional, donde se va degradando el suelo y perdiendo horizontes tipo A valioso para el desarrollo y producción de la planta debido a que la mayor parte de raíces se encuentran en este horizonte y también su mayor actividad organismo (micro, meso) que ayudan al descomponer la materia orgánica fuente de nitrógeno y productor de ácidos húmicos y fulvicos esenciales para el cultivo, aparte retiene humedad; de esto es vital mantener el suelo en mínima labranza. Como un aporte para los agricultores de la zona se elaboró un protocolo sobre conservación de suelos bajo ladera en un cultivo de mora, (anexo C).

13. Recomendaciones

Para esta clase de investigación es importante realizar un análisis químico y físico de suelos antes de realizar el montaje de las prácticas de conservación y el ensayo de pérdida de suelo y luego de terminar el ensayo de nuevo hacer un análisis químico y físico para identificar la pérdida de nutrientes el cambio de su estructura, porosidad en cada suelo.

También se recomienda socializar en próximos proyectos de cultivos perennes bajo ladera, generando una transferencia de tecnología para que esta investigación sea de beneficio para productores y ofrecer el protocolo como un producto tangible a estos productores para que pueden reducir gastos y conservar el medio ambiente.

14. BIBLIOGRAFIA

- **Alcaldía de San Bernardo – Cundinamarca. 2017.** Tomado de: http://www.sanbernardo-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml#geografia
- **Camacho N, S.f. Manual de Buenas Prácticas para el Manejo de Cuencas Hidrográficas. USAID del pueblo de los estados unidos de América.** Tomado de: https://rmportal.net/library/content/Water_Watershed_Management/panama-documents/manual-de-buenas-practicas-para-el-manejo-de-ch.pdf/at_download/file.
- **Chumming Bai, Xueli He; Hoglang Tang; Boagin Shan y Lili Zhao. Spatial distribution of arbuscular mycorrhiza and glomalin in the rhizosphere of Caragana korshinskii Kom. In the Otindag sandy land, China. Soil Biology and Biochemistry, 2009, vol. 41, p. 942-947.** Tomado de: http://www.academicjournals.org/article/article1381162511_Guo%20et%20al.pdf
- **CLIMA: SAN BERNARDO, S.f. CLIMOGRAMA SAN BERNARDO.** Tomado de: <https://es.climate-data.org/location/44978/>
- **DANE, ENA, 2012. El cultivo de la mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana.** Tomado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2013.pdf
- **Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2013. El Cultivo de la mora de castilla (Rubus glaucus Beth) frutal de clima frio moderado con propiedades curativas para la salud humana. Boletín mensual. Insumos y factores asociados a la producciónagropecuaria.No.17.Desde:** http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2013.pdf. Consulta: Mayo de 2016.

- **EOT-San Bernardo-Cundinamarca- Presentación Mapas 2. 2017.**
Tomado de:<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Imagenes/eot-san%20bernardo-cundinamarca-%20presentaci%C3%B3n%20mapas%202.pdf>
- **Escobar C., Perea J., y Navas J. 1982.** Metodología para la determinación de pérdidas de suelo por erosión hídrica pluvial. ICA. Centro Investigativo Macagual. Florencia Caquetá
- **FHIA. 2011. PROYECTO PROMOCIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE ALTO VALOR CON CACAO EN HONDURAS GUÍA SOBRE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS** La Lima, Cortés, Honduras, C.A. Octubre de 2011 Segunda edición
Tomado de: http://www.fhia.org.hn/downloads/guia_conservacion_de_suelos.pdf
- **FUNDESYRAM, S.f. Construcción del agro-nivel o nivel "A".** Tomado de: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=489>
- **IGAC 2000. Departamento de Cundinamarca. ESTUDIO GENERAL DE SUELOS Y ZONIFICACION DE TIERRAS.** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- **IGAC, 2010, p.21. EL ABC DE LOS SUELOS Para no expertos.** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- **León J. 2001. Estudio y control de la erosión hídrica.** Tomado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/10407/56/9589352278.Parte12.pdf>
- **Michelena R. 2011.Erosion hídrica.** Tomado de: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2011/06/EROSION-HIDRICA.pdf>
- **Miller and Jastrow 2000. Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation.** Tomado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/95fe/6174b87c6e55a0cf2493d972907516302a2f.pdf>

- **Ministerio de medio ambiente, S.f. Las parcelas experimentales de la Red de Estaciones. Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL).** Tomado de: http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/parcelas_experimentales_tcm7-19709.pdf
- **Obando F., P. Carmona P., E. Retrepo E., Stocking M. 2004. LAND HUSBANDRY FOR EROSION CONTROL IN THE COLOMBIAN ANDES.** Universidad de Caldas, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Calle 65 No. 26-10, A.A. 275 Manizales, Caldas, Colombia.
- **Otiniano A., Meneses L., Sevillano R. y Segundo A. 2006. LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA.** Tomado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009
- **Pérez, 2011. HONGOS FORMADORES DE MICORRIZAS ARBUSCULARES: UNA ALTERNATIVA BIOLÓGICA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS DE PRADERAS EN EL CARIBE COLOMBIANO.** Tomado de: <file:///C:/Users/kmilo/Documents/PASANTIA/Dialnet-HongosFormadoresDeMicorrizasArbusculares-3817504.pdf>
- **Pinzón .A. 2015. Curso de manejo y conservación de suelos**
- **Rillig, M. 2004. Arbuscular mycorrhizae, glomalin, and soil aggregation. Canadian Journal of Soil Science, 2004, vol. 84, p. 355-363.** Tomado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/95fe/6174b87c6e55a0cf2493d972907516302a2f.pdf>
- **Sasal M., Andriulo A., Wilson M. y Portela S. 2010. Pérdidas de Glifosato por Drenaje y Ecurrimiento en Molisoles bajo Siembra Directa.** Tomado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642010000500017

15. Anexos

Anexo A.

Tabla 3. Datos tomados. Fuente: (Vásquez y Palacios 2017)

Fecha de toma de muestra	Escenario	Agregados de suelo		Sedimentos de agua de escorrentía (600 cc)			Densidad de sedimentos en suspensión (gr/cc)
		Peso Fresco (g)	Peso seco (g)	Peso caja Petri (g)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	
16/01/2017	CTA	13,95	11,32	43,615	2,038	0,705	0,0012
	Productor	296,5	137,9	40,506	1,734	0,694	0,0012
2/01/2017	CTA	8,3	2,92	42,69	1,599	1,19	0,0020
	Productor	22,41	14	45,47	1,78	0,79	0,0013
18/02/2017	CTA	13,61	12,42	43,444	1,636	0,656	0,0011
	Productor	60,2	54,79	42,851	1,541	0,729	0,0012

Anexo B.

Tabla 4. Cálculos de volumen de escorrentía. Fuente: (Vásquez y Palacios, 2017)

Fecha	Precipitación (mm)	Escenario	Volumen de escorrentía (lt)	Volumen de escorrentía en cm ³	Volumen de agua a descontar	Volumen total de la escorrentía cuando el canal carece de tapa (cc)	Lámina de agua (mm/m ²)
16/01/2017	53,00	CTA	98,3	98300	63600	34700	2,9
	53,00	Productor	88,3	88300	63600	24700	2,06
2/02/2017	20,00	CTA	53,3	53300	24000	29300	2,44
	20,00	Productor	31,6	31600	24000	7600	0,63
18/02/2017	13,00	CTA	21,6	21600	15600	6000	0,50
	13,00	Productor	18,3	18300	15600	2700	0,23

Tabla 5. Cálculos de pérdida de suelo. Fuente: (Vásquez y Palacios, 2017)

Escenario	Densidad * volumen	Agregados de suelo	Área de la parcela * factor	Pérdida de suelo Ton/Ha
CTA	34,54	11,32	0,0012	0,06
Productor	22,44	137,9	0,0012	0,19
CTA	54,15	2,92	0,0012	0,07
Productor	7,37	14	0,0012	0,03
CTA	5,14	12,42	0,0012	0,02
Productor	1,70	54,79	0,0012	0,07

Anexo C.

Protocolo de conservación de suelos de ladera en cultivo de mora

Introducción

El suelo ha dejado de ser un ilimitado manto de fertilidad y por eso se ha convertido en un recurso natural que exige un manejo racional. (Arias Rodríguez y Orozco, 1999). Por eso la importancia de la conservación de los suelos es partida fundamental para un cultivo sostenible bajo ladera, que se puede manejar con prácticas de conservación como la siembra de curvas a nivel, coberturas nobles, incorporación de hongos formadores (Micorrizas) y una labranza mínima pueden disminuir la erosión por causas hídricas, evitando mayor pérdida de suelo bajo ladera. Esto permite que cultivos perennes como el de la mora se desarrolle en mejores condiciones, puesto que cada erosión genera que las raíces queden más expuestas y se dificulte la absorción de nutrientes. Por otra parte, El suelo puede mantener su estructura, pues es uno de los pilares de la fertilidad, también como su origen y su pedogénesis influye en las características del suelo.

Objetivo

Disminuir la pérdida de suelo bajo ladera por erosión hídrica con prácticas de conservación de suelos.

Materiales y Métodos

Se realiza en cultivos bajo ladera para cultivos perennes las prácticas de conservación como siembra con curvas a nivel, aplicación de enmiendas, materia orgánica e incorporación de micorrizas.

Procedimiento

1. Realizar un análisis de suelos
2. Para el trazado se emplea un agro nivel para realizar la siembra con curvas a nivel.
3. se realiza enmiendas de acuerdo al análisis de suelos.
4. Después de 20 días se realiza la siembra con incorporación de micorrizas 2 gr/pl.
5. Aplicar materia orgánica 2 kg/pl.
6. mantener la zona de plateo limpia de arvenses.
7. Manejar coberturas arvenses establecidas en el suelo como usualmente se encuentra gramíneas como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y corazón herido (*Polygonum nepalense* meism), con un control de labor de guadaña en un frecuencia de acuerdo al clima de 2 a 3 meses.

Conclusiones

Si se realiza estos pasos mencionados se puede lograr una disminución de pérdida de suelo entre un 40 y 50 % por hectárea en cultivos bajo ladera. Para que los suelos que son utilizados para cultivos perennes no se degraden; y que este recurso no renovable lo sigan manejando para nuestros productores con estas prácticas de conservación.

Bibliografía

ARIAS RODRÍGUEZ, Rodrigo y OROZCO, Nacienceno (1999). El papel del Estado y su política en el manejo sostenible de suelos y agua. En: Müller-Sämann, K. M. y Restrepo, J. M., eds. Conservación de suelos y aguas en la zona andina. Hacia el desarrollo de un concepto integral. Cali: CIAT. pp. 21-25.