



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Junio de 2006

CAUSAS DE LOS MOVIMIENTOS MASALES Y EROSIÓN AVANZADA EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Luis Fernando Salazar G.*, Édgar Hincapié G.**

El problema ambiental de mayor importancia de las zonas de ladera tropical y del mundo es la erosión de los suelos. Los movimientos masales aunque no se enmarquen dentro de dicho concepto, pues se definen como desplazamientos de masas de suelo o roca, causados por exceso de agua en el terreno y por efecto de la fuerza de gravedad (2), son problemas recurrentes y de importancia en Colombia. Se estima, además, que el 16% del área se encuentra afectada por dicho fenómeno (3).

* Asistente de Investigación. Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Investigador Científico I. Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La erosión avanzada se conoce como la pérdida total o casi total del horizonte orgánico y la formación de cárcavas profundas o remontantes por la acción de las aguas de escorrentía; se estima que cerca del 18% del área del país sufre erosión avanzada debido al escurrimiento superficial concentrado o disección moderada a profunda (3).

Los casos de movimientos masales y erosión avanzada son en su mayoría signos y consecuencias del uso y manejo inadecuado de los suelos. Al presentarse alguno de estos problemas lo primero que debe analizarse es si el uso y manejo de los suelos ha sido adecuado.

La mejor medida para contrarrestar dichos eventos es la prevención y ésta, únicamente se logra con el conocimiento sobre la vulnerabilidad de las laderas, las causas y efectos de dichos eventos y las formas adecuadas para prevenirlos y controlarlos.

A pesar del amplio número de casos de inestabilidad natural de las laderas, es la acción del hombre la que intensifica la ocurrencia de estos problemas (4). Los movimientos masales y problemas de erosión avanzada en zonas de ladera tropical andina se presentan por la interacción de diversos factores los cuales pueden clasificarse como naturales y antrópicos (2).

Los factores naturales son:

- Susceptibilidad del material de origen o roca (Figura 1).
- Susceptibilidad del suelo.
- Características de la pendiente (grado y longitud), lo que favorece la acción de la gravedad.
- El clima (precipitaciones intensas y frecuentes).
- Movimientos telúricos y fallas geológicas, entre otros.

Los factores antrópicos o aquellos acelerados por el hombre son:

- La deforestación.
- Prácticas agrícolas inadecuadas.
- Intervención de las laderas (cortes o excavaciones).
- Manejo inadecuado de aguas.
- Intervención de drenajes naturales, entre otros.

Es común que las causas de los movimientos masales y la erosión avanzada se repitan en una zona con características ambientales similares. En la mayoría de los casos de inestabilidad, existen un gran número de causas simultáneas así que intentar decidir cuál fue la causa final no solo es difícil sino también incorrecto (7). Frecuentemente el factor causante final, por ejemplo,



Figura 1. Algunas causas naturales de los movimientos masales como la susceptibilidad de la roca, el suelo y la fuerte pendiente, **a)** roca metamórfica en alto grado de meteorización, **b)** suelo muy superficial sobre roca sedimentaria

una fuga o escape de agua no es más que el detonante de un conjunto de causas (7).

Las condiciones topográficas, geológicas, climáticas y de suelo de la zona cafetera colombiana obligan al agricultor a convivir con estos problemas casi en todas las épocas de lluvias intensas y frecuentes. Por ello, se debe tener presente la cultura de la prevención, debido a que una vez ocurridos los problemas su recuperación será muy lenta y a un costo relativamente alto.

Análisis de las causas antrópicas directas de los movimientos masales y problemas de erosión avanzada.

Se realizó utilizando la metodología de la matriz simple de causa-efecto. Para ello se tuvieron en cuenta los diagnósticos realizados por investigadores de la Disciplina de Suelos de Cenicafé entre 1996 y 2004, en 31 sitios distribuidos en 15 municipios cafeteros de Colombia en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. En todos los casos varias causas existieron al mismo tiempo y no fueron excluyentes para cada sitio.

Frecuencia de las causas antrópicas. El análisis de la matriz mostró 15 causas antrópicas frecuentes de los problemas de degradación por erosión avanzada y movimientos masales.

La agrupación general de las causas con mayor frecuencia fueron la desprotección de los drenajes naturales (58%), fallas en obras de infraestructura (52%), manejo inapropiado del suelo (45%), conflicto en el uso del suelo (39%), y otras causas (6%).

Descripción de las causas antrópicas más frecuentes

Desprotección de drenajes naturales

Se refiere a la expansión de la frontera agrícola hasta los nacimientos y corrientes de agua; lo anterior fomenta

los movimientos masales y los casos de cárcavas remontantes, debido a que en períodos de lluvias intensas ocurren crecientes de dichas corrientes para las cuales el cultivo no cumple la función de disipación de su energía y por tanto, se produce el socavamiento del fondo de los cauces y la desestabilización de las bases de las laderas (Figura 2). Otra forma de intervención de los drenajes naturales es la extracción hecha por el hombre de materiales como arena, grava o rocas, sin utilizar las especificaciones técnicas adecuadas.

La principal manera de prevenir los movimientos masales y problemas de erosión avanzada es dejando intactos los drenajes naturales por pequeños que éstos sean. La protección de drenajes naturales debe iniciarse en cada finca, con vegetación espontánea propia de la zona. No deben extenderse los cultivos hasta la orilla de los drenajes. En la ley ambiental colombiana está estipulado que debe protegerse un margen de 30 m a lado y lado



Figura 2. Desprotección de los drenajes naturales; frecuencia 58%

de cada drenaje natural. Sin embargo, debido a que la mayoría de las unidades productivas de la zona cafetera Colombiana tienen menos de 3 hectáreas, por factores sociales y económicos, se propone que el agricultor tome la decisión teniendo como criterios que en los ríos y quebradas deberá tomarse en consideración el ancho del cauce y se deberá dejar a ambos lados una franja protegida con bosque o vegetación espontánea igual o mayor al ancho del mismo, que en lo posible no deberá ser menor de diez metros.

Falencias o ausencia de obras de infraestructura

La falla o ausencia de obras de infraestructura se convierte en factor adverso causante de movimientos

masales o cárcavas. Lo anterior generalmente provoca saturación del terreno o concentración de los altos volúmenes de agua por un solo sitio. Cuando el agua satura el terreno, la presión se convierte en una carga o esfuerzo adicional que aplicada a la masa de suelo causa su movimiento, en tanto que el flujo de agua concentrado por un solo sitio sin disipación de su energía o velocidad, causa socavamientos y arrastra sedimentos, que conllevan a la formación de cárcavas (Figura 3).



Canales sin revestimiento, que concentran altos volúmenes de agua y la entregan a sitios sin protección vegetal; frecuencia 13%



Agrietamientos de canales o tanques de almacenamiento de agua; frecuencia 13%



Fosas o pozos sépticos mal construidos o almacenamiento de agua sin especificaciones técnicas adecuadas; frecuencia 23%



Viviendas sin canalización de las aguas de los techos; frecuencia 23%



Aguas provenientes de las viviendas, y los beneficiaderos, sin canalización o conducción adecuada; frecuencia 35%



Ausencia de cunetas o taponamiento de las ya existentes en caminos o carreteras; frecuencia 45%



Ausencia de cajas recolectoras en caminos o carreteras y entrega inadecuada de aguas a media ladera; frecuencia 52%

Figura 3. Frecuencia de los problemas de movimientos masales debidos a la ausencia de obras de infraestructura

Entre las fallas más frecuentes en la infraestructura se encuentran:

- La ausencia o taponamiento de cajas recolectoras en caminos o carreteras.
- Entrega de aguas a media ladera.
- Ausencia de cunetas en carreteras o falla de las existentes por taponamiento o incapacidad de conducir volúmenes altos de agua.
- Falla en pozos sépticos o tanques de almacenamiento de agua.
- Falla o entrega inadecuada de aguas por conductos de agua provenientes de las viviendas, techos, beneficiaderos, porquerizas, entre otros.
- Mangueras de conducción de agua rotas.

Según lo encontrado en este análisis es importante que el agricultor y la comunidad en general esté atenta antes y durante las épocas de lluvias a:

- Destapar las cunetas y cajas recolectoras de agua de las carreteras.
- Evacuar las aguas hacia sitios bien protegidos con vegetación densa.
- Entregar las aguas directamente a los drenajes naturales y no llevarlas solo hasta la mitad de la ladera.
- Evitar concentrar grandes volúmenes de agua por un mismo sitio. Es preferible desviar pequeños volúmenes de aguas por muchos sitios protegidos a la vez y no un gran volumen por uno solo sitio.
- Canalizar las aguas de los techos y llevarlas a un lugar seguro y protegido con vegetación, o amortiguar su golpe cubriendo el suelo, con grava o césped.
- Conducir adecuadamente a un drenaje natural las aguas de las viviendas, beneficiaderos, o las porquerizas previamente tratadas.
- Revisar las mangueras que están enterradas, y hacer su mantenimiento continuo.



Presencia de escapes en taludes de alta pendiente; frecuencia 6%



Desprotección de taludes por medio de desyerbas intensivas frecuencia 13%

Figura 4. Frecuencia de movimientos masales ocasionados por un manejo inapropiado del suelo.



Ausencia de sistemas de drenaje en suelos con nivel freático alto; frecuencia 19%



Desyerba indiscriminada con herbicida o azadón; frecuencia 45%

- Revisar constantemente los tanques de almacenamiento de agua asegurándose que no existen filtraciones o reboses.

Manejo inapropiado del suelo

En el 45% de los casos, los problemas en este análisis se asociaron al manejo inapropiado del suelo, lo cual se refiere principalmente a la desyerba en forma generalizada con herbicidas o azadón. Además, la desprotección del suelo y taludes eliminando totalmente las coberturas incrementa los niveles de erosión superficial y de escorrentía y causa su desestabilización, (Figura 4).

Es recomendable realizar Manejo Integrado de Arvenses en áreas productivas y en los taludes sin eliminar las coberturas nobles, repicar y distribuir la ramilla después del zoqueo y conservar la hojarasca y los residuos de cosecha en el mismo. Debe evitarse disturbar los suelos con herramientas de arado como el azadón y la maquinaria agrícola, y se recomienda la siembra directa de los cultivos como mejor opción en las zonas de ladera y la elaboración de terrazas y zanjas. Canales sin las debidas especificaciones técnicas favorecen la infiltración del agua y pueden ser obras contraproducentes en suelos susceptibles a movimientos masales.

Uso inadecuado del suelo

El uso inadecuado del suelo se asoció en un 35% de los casos a dichos problemas y se refiere al conflicto entre el uso actual del suelo y su uso potencial. La presencia de monocultivos en sitios donde el uso potencial debería estar dirigido al establecimiento de sistemas agroforestales, los cuales brindan mayor protección a los suelos contra los movimientos masales (Figura 5).

El tipo de sistema de cultivo y su localización son factores que influyen en la estabilidad de las laderas; los cultivos incrementan poco a poco la cohesión del suelo en lo profundo del perfil, como es el caso del café a libre exposición solar (1), y por ende, poco contribuyen a su estabilidad. En muchas ocasiones este incremento se ve reflejado solo en las primeras capas de suelo como es el caso de los pastos, los cuales ofrecen alta resistencia al corte sólo en los primeros 30 cm de profundidad (6).



Conflicto en la vocación de uso del suelo; frecuencia 39%

Figura 5. Frecuencia de movimientos masales ocasionados por un manejo inapropiado del suelo

En general, la extracción de agua del suelo por parte de los cultivos, factor importante que contribuye a la estabilidad de las laderas, es significativa pero solo en los primeros horizontes de suelo.

Por lo anterior, en suelos susceptibles a movimientos masales con pendientes fuertes y largas, poca profundidad efectiva, pedregosos o cascajosos, pesados (muy arcillosos), de drenaje lento (que se encharcan fácilmente), situados en condiciones climáticas adversas (lluvias intensas y frecuentes), es muy importante establecer sistemas agroforestales (cultivos acampañados con árboles) ya que los árboles brindan mayor cohesión al suelo que los cultivos (1) y tienen la capacidad de extraer los excesos de agua subsuperficial que llegan a saturar la masa de suelo en lo profundo de la misma.

Otra causa antrópica, es el depósito de basuras en las laderas que impide la circulación adecuada del agua



Conformación de terraplenes sin las debidas medidas de drenaje; frecuencia 3%



Depósito de basuras en las laderas; frecuencia 6%

Figura 6.
Frecuencia de movimientos masales ocasionados por otras causas antrópicas

en el suelo causando saturación del mismo; además las basuras, no permiten el establecimiento óptimo de la vegetación. También son un agente de obstrucción de las obras de conducción de aguas.

Así mismo, se encontró como otra causa de movimientos masales la conformación de terraplenes sin las debidas medidas de drenaje.

¿Son los árboles causantes de los movimientos masales?

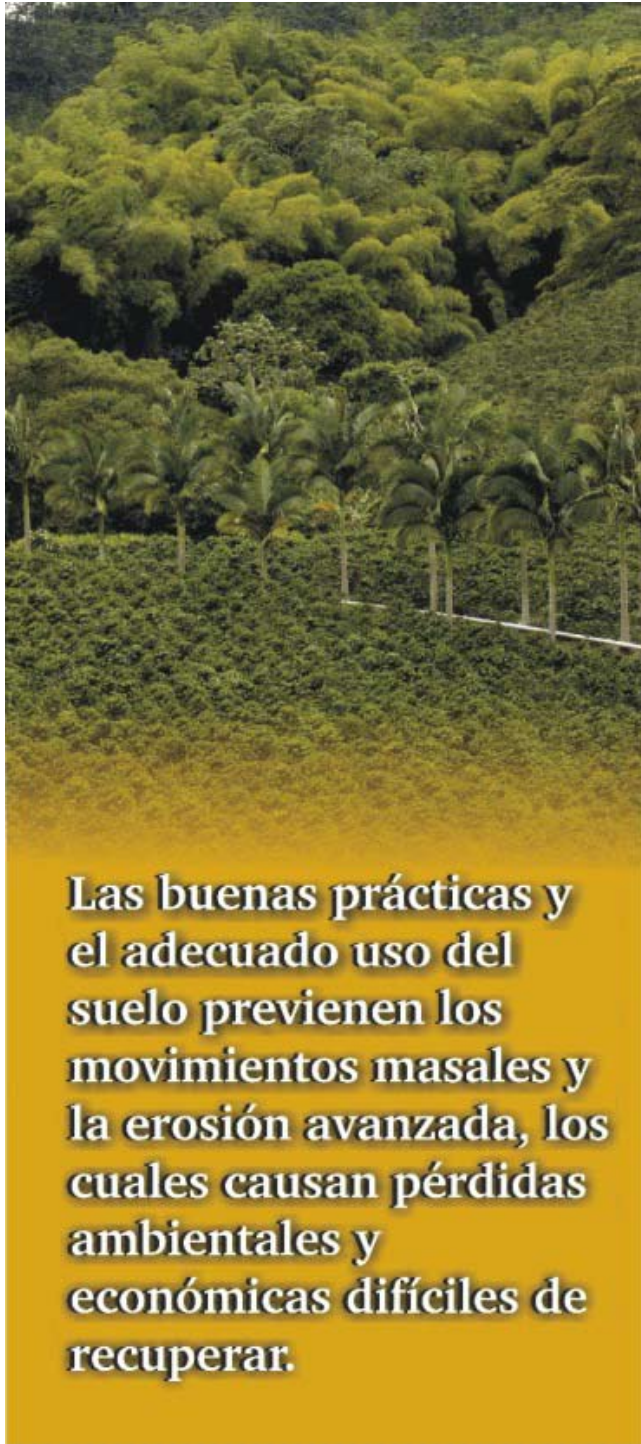
Es importante conocer la importancia de la vegetación arbórea en las zonas de ladera, ya que algunas veces el agricultor se hace esta pregunta. ¿Son los árboles causantes de los movimientos masales?

El árbol cumple dos funciones básicas en la ladera: incrementa la resistencia del suelo al corte o al movimiento masal debido al refuerzo y anclaje que ejercen las raíces sobre el suelo y ejerce una fuerza debido al propio peso de la vegetación sobre la ladera.

Investigaciones de Cenicafé (1), han demostrado que el café no incrementa significativamente la resistencia del suelo al movimiento masal al compararlo con un suelo sin cobertura, como si lo hacen los árboles de nogal (*Cordia alliodora*), guamo (*Inga codonantha*) y un arbusto como nacedero o quiebrabarrigo (*Trichanthera gigantea*).

Otra función es la regulación de los excesos de agua que pueden saturar y erosionar el suelo, que ocurren por tres procesos: interceptación (conocido como efecto paraguas o sombrilla), evapotranspiración (que es la cantidad de agua que consume la planta) y la disminución de la energía erosiva del agua (5). La vegetación arbórea y arbustiva es la mejor aliada del caficultor para la prevención de movimientos masales y erosión avanzada.

Sobre las causas antrópicas citadas, se recomienda enfocar los esfuerzos de extensión y educación a los agricultores y comunidad en general con miras a prevenir estos problemas de degradación en la región.



Las buenas prácticas y el adecuado uso del suelo previenen los movimientos masales y la erosión avanzada, los cuales causan pérdidas ambientales y económicas difíciles de recuperar.

LITERATURA CITADA

1. BARRERA G., J.E. Evaluación del sistema radical de cuatro especies vegetales en la estabilidad de laderas de la zona cafetera colombiana. Bogotá (Colombia), Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003. 137 p. 47 Refs. (Tesis: Ingeniero Forestal).
2. GÓMEZ A., A.; GRISALES G., A.; SUÁREZ S., J. Manual de conservación de suelos de ladera. Chinchiná, Cenicafé, 1975. 267 p.
3. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. El medio ambiente en Colombia. 2a Ed. Bogotá. 2001. 543p. On Line: www.ideam.gov.co
4. LÓPEZ J., C. Manual de estabilización y revegetación de taludes, 1ed, Madrid. 1999. 704p.
5. MORGAN, R.P.C.; RICKSON, R.J. Slope Stabilization and Erosion Control: A Bioengineering Approach. Routledge mot E F & N Spon. 1995, 275p.
6. RIVERA P., J.H. Susceptibilidad y predicción de la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera central colombiana. Medellín (Colombia), Universidad Nacional. Facultad de Minas, 1999. 525 p. (Tesis: Philosophy Doctor).
7. SHUSTER R., L KRIZEK R., J. Landslides analysis and control. Special Report 176. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1978. 234p.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manzales
www.cenicafe.org
cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Fotografía: Gonzalo Hoyos S.
Luis Fernando Salazar G.
Diagramación: Carmenza Bacca Ramírez
Impresión: Especial.