

## SISTEMA I.U.M. PARA DETERMINACION DEL USO Y MANEJO DE LOS SUELOS DE LADERA

Alvaro Gómez Aristizábal \*

### INTRODUCCION

Las principales características de los suelos que influyen en su uso y manejo son: pH, fertilidad, contenido de materia orgánica, textura, estructura, estabilidad, relación aire-agua, profundidad y uniformidad del perfil.

El manejo de los suelos debe complementarse con las prácticas y obras de conservación, las cuales tienen por objeto disminuir o anular el efecto de los factores que causan la erosión. Por ejemplo, amortiguar el golpe de las gotas de lluvia, disminuir la velocidad y volumen del agua de escorrentía, encauzar las aguas sobrantes, o proteger la humedad, la estructura y la fertilidad del suelo (22).

Todas las prácticas tienden a conservar los suelos y las aguas para que produzcan los máximos beneficios económicos y sociales por el mayor tiempo posible. En las laderas, la conservación no es una actividad adicional sino inherente a la explotación, como factor básico de productividad y como infraestructura para recibir los insumos y técnicas mejoradas.

El éxito y la eficiencia de las prácticas de conservación dependen de la correcta selección, combinación y ubicación que se haga de ellas, para lo cual deberá tenerse en cuenta las relaciones material de origen-suelo-clima-planta-hombre (2, 21, 22).

---

\* Jefe de la Sección de Conservación de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

La zona cafetera colombiana se encuentra localizada en las grandes laderas que forman las cordilleras que atraviesan el país, entre los 1000 y 2000 m.s.n.m. que corresponden a la faja altimétrica de mayor precipitación (26, 27).

En general, los suelos de ladera colombianos son relativamente jóvenes pero no recientes y provienen de materiales muy variables (ígneos, sedimentarios, metamórficos). Un alto porcentaje de ellos son originados de materiales piroclásticos; la mayoría de los suelos de los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, Valle, Antioquia, Tolima, Cundinamarca, Cauca y Nariño, han sido afectados en mayor o menor grado por cenizas volcánicas, de características físicas y químicas muy variables (4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24).

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi ha efectuado un estudio de los suelos colombianos con base en las ocho clases agrológicas, establecidas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, para determinar sus aptitudes y potencialidades (10).

Según esta clasificación, el 75 % del territorio estudiado (52'774.039 Ha) estaría entre las clases VI, VII y VIII. En las cordilleras este porcentaje sería mucho mayor.

En las zonas de laderas esta clasificación presenta muchas limitaciones para su aplicación práctica a nivel de finca, por sus condiciones de pendiente, la gran cantidad de suelos de susceptibilidades diferenciales de erosión, las altas intensidades y frecuencias de las lluvias que favorecen las remociones masales, la densidad de población y el tipo de agricultura y de agricultor que explota estos suelos.

La Federación de Cafeteros, a través del Programa de Desarrollo y Diversificación adelanta el estudio de los suelos de la zona cafetera, agrupándolos en "unidades de capacidad" ó "de explotación".

Se entiende por unidad de capacidad de suelos o de explotación, el grupo de éstos desarrollados a partir de un mismo material de origen, caracterizados por el perfil más frecuente en grado de meteorización del material, y localizados en áreas con condiciones similares de clima y topografía y cuyo uso y manejo son similares (22).

## SISTEMA PROPUESTO

El autor propone un sistema que se apoya en la ecuación universal de erosión e integra los factores activos, pasivos y temperantes que influyen en la erosión y productividad, facilitándole al técnico la determinación del uso y manejo de los suelos de ladera, a nivel regional o de finca a través de tablas explicativas; así se busca evitar al máximo la relatividad y variación de conceptos. Es un sistema cualitativo de orientación, no cuantitativo, apoyado por la investigación realizada en nuestro medio y en otras latitudes y por la experiencia profesional y reconocimientos de campo.

Se tiene en cuenta la clasificación de los suelos en unidades de capacidad y sus fases de pendiente, para programas de usos, conservación y control de erosión, que resultan así más amplios y acordes con los planes de desarrollo y diversificación de la Entidad (14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24).

El sistema se basa en: 1) la determinación de la agresividad de la lluvia (factor activo) determinada por el índice anual de Fournier, calculado a partir de valores anuales o decadales de lluvia; 2) la susceptibilidad del suelo a la erosión (factor pasivo) teniendo en cuenta el desarrollo, grado y estabilidad de la estructura, uniformidad, profundidad y permeabilidad del suelo, los cuales a su vez dependen de la pedogénesis del material de origen; 3) la desprotección que ofrecen al suelo los diferentes grupos de cultivos, en función de la cobertura vegetal que forman y el tipo de labores que requieren; 4) la determinación de un índice de uso y manejo (IUM) de grupos de cultivos que se constituyen en factores temperantes, y la determinación de los cultivos potenciales en función de los requerimientos ecológicos de los mismos.

## INDICE DE EROSION PLUVIAL

La erosión hídrica (pluvial y por escurrimiento) es la forma de erosión más significativa de la zona cafetera (22).

La intensidad del aguacero es el factor pluviométrico más importante y junto con la frecuencia de los aguaceros, la capacidad de almacenamiento de agua por el suelo y la velocidad de infiltración, afectan la escorrentía y la erosión (22).

Para determinar la influencia de los aguaceros en el proceso erosivo se emplean los índices de Wischmeier y Fournier, conocidos como índices de agresividad de la lluvia o de erosión pluvial (1, 11, 12, 18, 28, 29, 30).

El índice de Wischmeier (11, 13, 29, 30) adoptado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, ha sido hasta la fecha el mejor para determinar la agresividad de la lluvia, que se supone ha de caer en una localidad, para erosionar el suelo de un terreno sin proteger. Este índice surgió después de un análisis de gran número de datos pluviográficos y de pérdida de suelo, en donde todos los factores, menos la lluvia, permanecían constantes. Se encontró que las pérdidas de suelo ocasionadas por los aguaceros en los terrenos cultivados son directamente proporcionales al valor del producto de dos características del aguacero:

- Su energía cinética.
- Su intensidad máxima en 30 minutos, expresada en mm por hora.



El índice de Wischmeier requiere de registros diarios de lluvia (pluviogramas), pero desafortunadamente se tienen pocas estaciones meteorológicas en el país.

El índice de Fournier (1, 11, 12) sirve para caracterizar zonas más o menos grandes, en donde es difícil evaluar los registros pluviográficos o no se tienen; ha sido ampliamente utilizado por los franceses en sus colonias africanas tropicales, con correlaciones altas al compararlo con el índice de Wischmeier. Este índice se define como la relación entre el cuadrado de la precipitación máxima (diaria, mensual, anual), expresada en mm, ocurrida en la unidad de un período dado de tiempo y la precipitación total en este mismo período. Los franceses calculan un índice anual a partir de 10 años continuos de registro, tomando el año más lluvioso y el total de precipitación de los 10 años considerados (11). Este índice sirve para caracterizar la agresividad de la lluvia en una zona.

La cantidad total de lluvia no es un parámetro que correlaciona bien con la erosión de los suelos. Por lo tanto, si se fracciona ésta en períodos cortos, se asimila a la "intensidad relativa" que es un parámetro de lluvia que sí correlaciona significativamente con el fenómeno de erosión (18).

Cuando se cuenta con registros de más de 10 años, y los datos permiten un análisis de probabilidades (retornos) de agresividad para períodos cortos, el índice anual de erosión pluvial de Fournier puede calcularse con base en los índices de estos períodos, y servirá para establecer las épocas de menor peligro de erosión para realizar labores culturales.

Pruebas preliminares realizadas en Cenicafé por las Secciones de Conservación de Suelos y Agroclimatología, indicaron que el período de tiempo más apropiado para calcular la agresividad de la lluvia con este objetivo era de 10 días. Los valores anuales se obtienen sumando los índices decadales de cada año (18).

La relación encontrada entre los índices calculados con base en las precipitaciones anuales y los calculados con valores decadales es de 0,7:1.

La Sección de Conservación de Suelos de Cenicafé ha encontrado regresión lineal con un coeficiente de correlación altamente significativo de 0,92, entre los índices de Wischmeier y Fournier, en la zona cafetera Colombiana. Se continúa estudiando otros índices de erosión pluvial y agresividad de la lluvia.

## SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION

La susceptibilidad o resistencia de un suelo a la erosión (factor pasivo) está determinada por ciertas características (textura, estructura, espesor, uniformidad, presencia de materia orgánica, óxidos de Fe y Al, etc.), siendo la estructura un factor decisivo en su determinación.

Las partículas en los suelos tienden a agruparse en unidades llamadas agregados, por la acción de la arcilla, la materia orgánica, algunos cementantes inorgánicos (óxidos de Fe, Al) y la cohesión entre ellas, formando la estructura de los suelos. Esta varía desde granos pequeños hasta bloques de tamaño grande (22).

El tipo de estructura determina la formación de cavidades y grietas que facilitan la aireación del suelo, el movimiento del agua y la penetración de las raíces, y juega un papel importante en la susceptibilidad o resistencia de los suelos a la erosión, de acuerdo a la estabilidad de los agregados.

La textura de un suelo es prácticamente constante, pero su estructura puede variar o modificarse por agentes artificiales, tales como la labranza, la adición de materia orgánica, el enclamiento, entre otros. Estos cambios pueden alterar la productividad del suelo, la capacidad de drenaje natural, dificultar su manejo y afectar el grado de estabilidad del suelo, lo cual influye en la susceptibilidad a la erosión.

El grado de la estructura es la intensidad de agregación de las partículas del suelo. Hay varios grados de estructura en los suelos (sin estructura, débil, moderada y fuerte), los cuales se definen de acuerdo con el grado de desarrollo.

La estabilidad estructural se define como la resistencia de los agregados del suelo a desintegrarse por la acción del agua y por el manipuleo. Mientras mayor sea la estabilidad mayor será la resistencia de un suelo a la erosión.

La agregación del suelo y la estabilidad estructural son favorecidas por la presencia de materia orgánica, arcilla, óxidos de hierro y de aluminio, algunos iones intercambiables tales como Ca, Mg y K (favorecen la floculación de la arcilla). En forma indirecta, los microorganismos ayudan a la agregación a través de los compuestos producidos durante la descomposición de la materia orgánica. La presencia de raicillas en el suelo, contribuye a conservar la estabilidad de los agregados debido al amarre de los mismos.

Para conocer la estabilidad de los agregados pueden hacerse varias pruebas, tanto de laboratorio como de campo. En el campo pueden hacerse las siguientes:

Se coloca un terrón del tamaño de un puño sobre la mano encocada, y se sumerge varias veces en un recipiente con agua. Si se disgrega rápido y fácil enturbiando el agua, indica poca estabilidad. Si se conserva durante un tiempo y demora en enturbiarse el agua, tiene mediana estabilidad, y si no se dispersa fácilmente indica alta estabilidad. También puede probarse la estabilidad dejando caer gotas de agua desde una altura de 10 a 15 cm sobre un terrón. Indicará baja estabilidad si se disgrega y enturbia el agua con pocas gotas, y buena estabilidad si resiste un tiempo largo. En el laboratorio es de gran ayuda la técnica de Yoder.



Puede relacionarse la estabilidad en el campo, observando el contenido de materia orgánica y presencia de óxidos de hierro y aluminio en un perfil o talud. El mayor contenido de estos elementos, favorece la estabilidad.

Para calificar la estabilidad de los agregados de los suelos de una zona, además de las pruebas anteriores, debe observarse el comportamiento del suelo al laboreo, la acción de las aguas de escorrentía por los efectos erosivos, la presencia de surquillos, cárcavas y derrumbes, y la estabilidad de los taludes en caminos, carreteras, canales y cauces naturales, al igual que el fondo de cunetas, canales y drenes naturales (22).

## APLICACION DEL SISTEMA

### 1.- Agresividad de la lluvia (A)

Se determina la agresividad de la lluvia de la región donde está la unidad de capacidad en estudio, en función del índice anual de Fournier, dividiéndolo por 70 cuando se calcula con datos anuales y por 100 cuando se calcula con base en valores decadales. El grado de agresividad de la lluvia (A) se obtiene a partir de la tabla 1.

TABLA 1.- CALIFICACION DEL INDICE DE EROSION PLUVIAL DE FOURNIER. AGRESIVIDAD DE LA LLUVIA (A).

INDICE DE FOURNIER 1)			A <sup>2)</sup>	Grado	Características de la Precipitación
F1	DECADAL	F2			
Menor de 140	Menor de 5,0	Menor de 200	Menor de 2,00	LEVE	Lluvias leves, frecuentes, bien distribuidas.
140 a 210	5,0 a 8,0	200 a 300	2,00 a 3,00	BAJA	Lluvias de baja intensidad, frecuentes, bien distribuidas.
210 a 280	8,0 a 10,0	300 a 400	3,00 a 4,00	MEDIA	Lluvias de mediana intensidad, frecuentes, de buena o regular distribución.
280 a 350	10,0 a 14,0	400 a 500	4,00 a 5,00	ALTA	Lluvias fuertes, frecuentes o no, de buena o mala distribución.
Mayor de 350	Mayor de 14,0	Mayor de 500	Mayor de 5,00	MUY ALTA	Lluvias fuertes a muy fuertes, frecuentes o no, de buena o mala distribución.

1) F<sub>1</sub> Calculado en base a la precipitación anual máxima en 10 años o más.

F<sub>2</sub> Calculado en base a valores decadales en un período mínimo de 10 años.

2)  $A = \frac{F_1}{70}$  ó  $A = \frac{F_2}{100}$

## 2. Susceptibilidad del suelo a la erosión (S).

Se basa en las condiciones físicas heredadas del suelo a partir del respectivo material de origen de la unidad de capacidad (grado de la estructura, estabilidad, contenido de materia orgánica y agentes cementantes, profundidad y uniformidad del suelo y régimen de permeabilidad). El grado de susceptibilidad del suelo a la erosión (S) se obtiene en la tabla 2.

TABLA 2.- GRADO DE CALIFICACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LOS SUELOS A LA EROSION (S).

Susceptibilidad del suelo a la erosión (S) <sup>1)</sup>	
Grado	Descripción
	<b>MUY RESISTENTE</b>
1,0	Estructura fuerte, muy estable, abundante contenido de materia orgánica y agentes cementantes. Suelos uniformes y profundos con permeabilidad moderada.
	<b>RESISTENTE</b>
2,0	Estructura moderada, estable, alto contenido de materia orgánica y agentes cementantes. Suelos uniformes y profundos con permeabilidad moderada.
	<b>MEDIANAMENTE RESISTENTE</b>
3,0	Estructura moderada, medianamente estable, de mediano contenido de materia orgánica y agentes cementantes. Suelos uniformes o medianamente uniformes, profundos o medios, con permeabilidad moderadamente rápida.
	<b>SUSCEPTIBLE</b>
4,0	Estructura débil o sin estructura, de baja estabilidad, contenido medio de materia orgánica y agentes cementantes. Suelos de mediana a baja uniformidad, mediana profundidad a baja, con permeabilidad muy rápida, o muy lenta.
	<b>MUY SUSCEPTIBLE</b>
5,0	Estructura débil o sin estructura, muy bajo contenido de materia orgánica y agentes cementantes. Suelos de baja uniformidad, mediana a baja profundidad, con permeabilidad muy rápida o muy lenta.

- 1).- Para calificar la estabilidad debe observarse también el comportamiento del suelo al laboreo, la acción de las aguas de escorrentía por los efectos erosivos, la presencia de surquillos, cárcavas y derrumbes, y la estabilidad de los taludes en caminos, carreteras, canales y cauces naturales al igual que el fondo de cunetas, canales y drenes naturales.

### 3. Índice potencial de erosión (IPE)

Este se calcula con base en la agresividad de la lluvia y la susceptibilidad del suelo a la erosión (tablas 1 y 2), multiplicando el primero por el segundo y calificándolo de acuerdo a los grados consignados en la tabla 3.

TABLA 3.- CALIFICACION DEL INDICE POTENCIAL DE EROSION.-

Índice potencial de erosión (IPE = A x S).	
Grado	Descripción
Menor de 5,00	<b>MUY BAJO</b> En suelos expuestos se presentan ligeras salpicaduras y chapoteos del suelo.
5,00 a 10,00	<b>BAJO</b> En suelos expuestos se notan las salpicaduras y chapoteos del suelo, erosión laminar.
10,00 a 15,00	<b>MEDIO</b> En suelos expuestos hay disgregación de las partículas de suelo, fuerte chapoteo y formación de surquillos.
15,00 a 20,00	<b>ALTO</b> En suelos expuestos se presenta abundante dispersión de los agregados del suelo y gran cantidad de surquillos, surcos y cárcavas. Se presentan remociones de suelo.
Mayor de 20,00	<b>MUY ALTO</b> En suelos expuestos se presentan desprendimientos y remociones abundantes de suelo, surcos y cárcavas medias a profundas.

### 4. Grado de desprotección de los grupos de cultivo (GC).

Cada grupo de cultivos, debido a la exigencia de labores culturales y a la cobertura vegetal que forma, tiene un determinado grado de desprotección (tabla 4). Para saber el grado de desprotección del cultivo a establecer se analiza en qué grupo podría clasificarse.



TABLA 4.- CALIFICACION DEL GRADO DE DESPROTECCION DE LOS GRUPOS DE CULTIVOS (GC) DEFINIDA POR EL GRADO DE COBERTURA VEGETAL QUE FORMAN Y LA EXIGENCIA DE LABORES CULTURALES QUE REQUIEREN.

Grado	Descripción
1,0	BOSQUES COMERCIALES Y PROTECCIONISTAS.
1,0 a 1,5	PASTOS
1,5 a 2,0	CULTIVOS DENSOS (Caña, pastos de corte, citronela, ramio, fique, etc.).
2,0 a 3,0	CULTIVOS DE SEMIBOSQUE (Café y cacao con sombrío, etc.). CULTIVOS PERENNES Y SEMILIMPIOS AL SOL YA ESTABLECIDOS Y CON COBERTURA.
3,0 a 4,0	CULTIVOS SEMILIMPIOS (Plátano, frutales, etc. con desyerbas drásticas). CULTIVOS PERENNES AL SOL EN ESTABLECIMIENTO.
4,0 a 5,0	CULTIVOS LIMPIOS (Hortalizas, maíz, piña, frijol, yuca, etc.).

#### 5. Índice potencial de uso y manejo del suelo (I.U.M.)

El índice de uso y manejo orientará, en principio, sobre la vocación del suelo en función del índice potencial de erosión y la desprotección del grupo de cultivos. Basta multiplicar estos dos factores y compararlos con los grados consignados en la tabla 5.

Se puede recomendar cultivos de estos grupos siempre y cuando las condiciones ecológicas y de vías de la región estén de acuerdo con las condiciones exigidas por el cultivo (tabla 6). La tabla 5 indica además, los límites de pendiente de cada grupo de cultivos y su manejo técnico.

TABLA 5.- DETERMINACION Y PRACTICAS DE CONSERVACION DE LOS GRUPOS DE CULTIVOS SEGUN EL INDICE DE USO Y MANEJO (IUM = IPE x GC).

GRUPOS DE CULTIVOS						
Indice potencial de uso y manejo I.U.M.	LIMPIOS Hasta 20 %/o 1) De pendiente	SEMILIMPIOS Hasta 40 %/o Pendiente	SEMIBOSQUE Hasta 40 %/o Pendiente	DENSOS Hasta 50 %/o Pendiente	PASTOS Hasta 60 %/o Pendiente	BOSQUES Cualquier Pendiente
0 - 20	NO SE REQUIEREN PRACTICAS ESPECIALES DE CONSERVACION DE SUELOS					
	Requieren buena localización y siembra en contorno.	Siembra en contorno, desyerba con machete, mantener cobertura.	Siembra en contorno, desyerba con machete, buena cobertura vegetal, uso de sombrero.	Siembra en contorno.	Rotación de potreros.	reforestación en zonas de pendientes y lluviosas. Usar vegetación nativa en ellas así como en los nacimientos y márgenes de las corrientes de agua.
20 - 40	PRACTICAS SENCILLAS DE CONSERVACION DE SUELOS					
	Requieren buena localización, siembra en contorno y establecimiento de barreras vivas.	Siembra en contorno, desyerba con machete, buena cobertura vegetal, uso de sombrero.	Siembra en contorno, desyerba con machete, sombrero, cobertura, desvío de aguas.	Siembra en contorno, con siembra de mulch.	Rotación de potreros.	Mantenimiento del sotobosque, vegetación rasteira y el mulch. Evitar la canalización de aguas en zonas de pendientes y lluviosas. Usar vegetación nativa en ellas así como en los nacimientos y márgenes de las corrientes de agua.
40 - 50	PRACTICAS INTENSAS DE CONSERVACION DE SUELOS					
	Buena localización, siembra en contorno y barreras vivas. Acequias para desvío de aguas.	Siembra en contorno, desyerba con machete, sombrero, cobertura, desvío de aguas.	Siembra en contorno, desyerba con machete, sombrero, cobertura, desvío de aguas, barreras vivas.	Siembra en contorno, Mulch, desvío de aguas si es factible.	Rotación de potreros.	reforestación en zonas de pendientes y lluviosas. Usar vegetación nativa en ellas así como en los nacimientos y márgenes de las corrientes de agua.
50 - 70	PRACTICAS INTENSAS DE CONSERVACION					
		Siembra en contorno, desyerba con machete, sombrero, cobertura, desvío de aguas, barreras vivas.	Siembra en contorno, desyerba con machete, sombrero, cobertura, desvío de aguas, barreras vivas.	Siembra en contorno, en bloques, calles con cobertura, mulch, desvío de aguas.	Rotación de potreros o pastos de corte, desvío de aguas.	Mantenimiento del sotobosque, vegetación rasteira y el mulch. Evitar la canalización de aguas en zonas de pendientes y lluviosas. Usar vegetación nativa en ellas así como en los nacimientos y márgenes de las corrientes de agua.
70 - 90	PRACTICAS MUY INTENSAS DE CONSERVACION					
	En esta área los índices son limitantes para los grupos de cultivos correspondientes.	Siembra en contorno, desyerba con machete, sombrero, cobertura, desvío de aguas, barreras vivas.	Siembra en contorno, desyerba con machete, sombrero, cobertura, desvío de aguas, barreras vivas.	Siembra en contorno, en bloques con calles, con cobertura, mulch, desvío y canalización de aguas.	Rotación o pastos de corte, desvío de aguas.	Mantenimiento del sotobosque, vegetación rasteira y el mulch. Evitar la canalización de aguas en zonas de pendientes y lluviosas. Usar vegetación nativa en ellas así como en los nacimientos y márgenes de las corrientes de agua.
Mayor de 90	Preferiblemente pastos de corte, en contorno, con desvío de aguas.					

1). En zonas planas o con pendiente hasta 5°/o el I.U.M. debe ponderarse, debido a la condición favorable de pendiente, multiplicándolo por un valor entre 0,20 - 0,50

TABLA 6.- REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS PARA ALGUNOS CULTIVOS DE LA ZONA CAFETERA. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA.

CULTIVO	Altura m.s.n.m.	Temperatura °C	Precipitación mm/año	Textura	Profundidad efectiva m	pH	Pendiente máxima o/o
<b>LIMPIOS</b>							
Piña	800 - 1.200	22 - 25	1.500 - 2.000	FL a FArL	0,60	5,2 - 5,8	5
Hortalizas	1.700 - 2.500	17 - 20	1.200 - 1.500	F	0,50	5,0 - 6,0	5
Yuca	0 - 1.500	20 - 28	1.200 - 1.500	FA a FL	0,50	5,0 - 7,0	5
Tomate	0 - 1.400	20 - 25	1.000 - 1.500	FA a FL	0,50	6,0 - 7,0	5
<b>SEMILIMPIOS</b>							
Aguacate	0 - 1.500	19 - 30	1.200 - 2.000	FA a FL	0,80	5,5 - 6,5	40
Cítricos	0 - 1.500	18 - 25	1.500 - 2.500	FA a FL	0,80	5,0 - 6,0	40
Plátano Hartón	0 - 1.000	24 - 28	1.500 - 2.500	FA a FL	1,00	5,5 - 6,5	40
Plátano Dominicano-Hartón	0 - 1.400	20 - 24	1.500 - 2.500	FA a FL	1,00	5,5 - 6,5	40
Plátano Dominicano	0 - 1.800	18 - 20	1.500 - 2.500	FA a FL	1,00	5,5 - 6,5	40
Banano	0 - 1.800	17 - 28	1.500 - 2.800	FA a FAr	0,70	5,5 - 6,5	40
<b>SEMIBOSQUE</b>							
Café	1.300 - 1.800	18 - 22	1.500 - 2.800	FA a FAr	0,70	5,2 - 5,8	40
Cacao	0 - 1.250	24 - 28	1.800 - 2.800	FA a FAr	0,90	5,5 - 6,0	40
<b>DENSOS</b>							
Caña	800 - 1.200	20 - 26	1.200 - 1.500	FA a FAr	0,80	6,0 - 7,5	50
Fique	1.500 - 2.300	16 - 19	1.800 - 2.500	FA a FAr	0,60	5,5 - 6,5	50



## EPOCAS APROPIADAS PARA REALIZAR LABORES CULTURALES

El autor propone definir estas épocas con base en los índices decadales de Fournier menores de 10, con 60 % o más de probabilidad, los cuales corresponden a una agresividad de lluvia de leve a media, que permite realizar prácticas culturales con menor riesgo de erosión. Con el fin de que la ocurrencia de períodos benéficos sea la más probable, se deben determinar en un período largo de tiempo (10 ó 20 años). Las frecuencias de 60-70, 71-80, 81-90 y 91-100 recibirán respectivamente valores de 1, 2, 3 y 4, lo cual significa que a mayor valor habrá mayor probabilidad de ocurrencia con menor peligro de erosión.

Para mayor seguridad, se sugiere ponderar estos valores con la frecuencia de la década siguiente, aumentándolos en 1, 2, 3, etc. si ésta es de 60-70, 71-80, etc. ó disminuyéndolos en 1, 2, 3, 4, 5 ó 6 si es de 59-50, 49-40, etc., respectivamente. Con esto se busca que las labores realizadas en una década estén protegidas durante la década siguiente.

Las épocas apropiadas para las labores tendrán valores positivos de 2 a 8. En caso de valores menores a 2 o negativos se considera época crítica para las labores.

### RESUMEN

El autor propone un sistema cualitativo para determinar el uso y manejo de los suelos de ladera basado en: 1. agresividad de la lluvia calculada a partir del índice anual de Fournier; 2. susceptibilidad del suelo a la erosión (factor pasivo); 3. la desprotección que ofrece al suelo el grupo de cultivo (cubierta que forma y labores que requiere); y 4. los requerimientos ecológicos de cada cultivo.

Se presentan tablas para la calificación (de 1 a 5) de la agresividad de la lluvia y de la susceptibilidad del suelo a la erosión, que multiplicados dan un "índice potencial de erosión" de una localidad.

Se presenta la calificación (de 1 a 5) del grado de desprotección de los grupos de cultivos, que multiplicada por el índice potencial de erosión, da un índice de uso y manejo (I.U.M.) que define si se puede o no recomendar el establecimiento del cultivo desde el punto de vista de conservación de suelos.

Cada grupo de cultivos, según este índice, requerirá determinadas prácticas de manejo y conservación de suelos en las diferentes fases de pendiente, y el establecimiento de un cultivo específico de un grupo, dependerá de los requerimientos ecológicos del mismo.

Se sugiere calcular los índices anuales de Fournier con base en los índices decadales (cuando se cuenta con registros de lluvia diarios mínimo de 10 años), pues estos datos sirven para definir las épocas apropiadas para realizar prácticas culturales sin peligro de erosión. Estas épocas se obtienen por selección de frecuencias de décadas de muy baja a baja agresividad de la lluvia, ponderadas con los valores de las décadas siguientes para mayor seguridad.

## SUMMARY

The author proposes a qualitative system to determine the use and management of steep soils. The system is based on: aggressivity of rainfall as calculated from Fournier's annual index; soil susceptibility to erosion (passive factor); degree of covering provided by the crop (type of cover and cultivation required); and ecological requirements for each crop.

Tables for qualifying both the aggressivity of rainfall and the soil susceptibility to erosion are presented. A potential erosion index for a given locality can be obtained by multiplying the values of the aggressivity of rainfall and the susceptibility to erosion.

The qualification of the degree of covering provided by different groups of crops is presented. When the value of the degree of covering is multiplied by the potential erosion index the result is called the management and use index (M. U. I.), which defines whether or not a given crop should be planted from the soil conservation standpoint.

According to the M. U. I. index each group of crops will require certain management and soil conservation practices under different degrees of slope. In addition, the establishment of a specific crop within a given group will depend on the ecological requirements of the crop.

Fournier annual indexes should be calculated on the basis of ten day indexes (when there are daily rainfall records for a minimum of ten years), since these data help to define the proper time for cultural practices with a minor risk of erosion.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- BOUCHARD, L. et DAMOUR, M. Contribution a l'étude des facteurs physiques des sols en vue de la culture du palmier a huile sur la Cote-Est Malgache. *Agronomie Tropicale* 26(2):256-262. 1971.

- 2.- BOGOTA. INSTITUTO DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Seminario de Cuenas Hidrográficas, 2º, Cúcuta, junio 4-10, 1972. Conclusiones. Colombia, Ministerio de Agricultura, 1972. 211 p.
- 3.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". Levantamiento agrológico de la zona cafetera central de Caldas. Colombia, 1962. 49 p. (Publicación N° LD-6).
- 4.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". Estudio general de suelos de los municipios de Fusagasugá, Pasca, Tibacuy, Arbeláez, San Bernardo, Pandí, Ospina Pérez, Cabrera y Sur del Distrito de Bogotá, para fines agrícolas (Departamento de Cundinamarca). Colombia, 1969. 309 p. (Vol. 5 N° 4).
- 5.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". Estudio general de suelos para fines agrícolas de los municipios de Filadelfia, Riosucio, Supía, Marmato, Pácora, Pensilvania, Marquetalia y Marulanda (Departamento de Caldas). Colombia, 1969. 280 p.
- 6.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". Monografía del Departamento de Risaralda. Colombia, 1972. 102 p.
- 7.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". Estudio general de suelos del municipio de Rionegro (Departamento de Santander). Colombia, 1973. 314 p. (vol. 9 N° 8).
- 8.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI", Estudio general de suelos, para fines agrícolas de los municipios de Cunday e Icononzo (Departamento del Tolima). Colombia, 1973. 100 p. (vol. 9 N° 7).
- 9.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". Estudio general y semi-detallado de suelos de los municipios de Lourdes, Santiago, San Cayetano, Gramalote y Arboledas (Departamento de Norte de Santander). Colombia, 1973. 219 p. (vol. 9 N° 6).
- 10.- ———. INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI". Programa nacional de inventario y clasificación de tierras. Memoria explicativa. Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1973. 42 p.
- 11.- CHARREAU, C. et NICOU, R. L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Cuest-Africaine et ses incidences agronomiques. *Agronomie Tropicale* 26(2):209-255. 1971.
- 12.- ———, SEGUY, L. et DRAME, A. Sy. K. Mesure de l'erosion et du ruissellement a Séfa en 1968. *Agronomie Tropicale* 24(11):1056-1097. 1969.
- 13.- LA EROSION del suelo por el agua. FAO-Cuadernos de Fomento Agropecuario. N° 81. 1967. 207 p.
- 14.- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del suroeste de Antioquia. Bogotá, Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras, 1972. 71 p.
- 15.- ——— NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento del Valle del Cauca. Bogotá, Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras, 1972. 44 p.
- 16.- ——— NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Estudio de zonificación y uso



potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento del Tolima. Bogotá, Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras, 1973. 93 p.

- 17.- ——— NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA! Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento de Cundinamarca. Bogotá, Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras, 1974. 74 p.
- 18.- GOMEZ A., A. Cálculo del índice de erosión pluvial de Fournier de las diferentes zonas cafeteras y su distribución a través del año. Informe anual Sección Conservación de Suelos. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, s.n.t.
- 19.- ——— Experimentación sobre erosión y conservación de los suelos en cafetales bajo diferentes sistemas de manejo. En Reunión Nacional de Suelos. Ibagué, Universidad del Tolima, 1972. 9 p. (mimeografiado).
- 20.- ——— Resumen sobre los trabajos de suelos de la zona cafetera del país. Informe Sección de Conservación de Suelos. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1972. 11 p. (mecanografiado).
- 21.- ——— Uso y manejo de suelos cafeteros. Curso para Ingenieros Agrónomos. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1974. 37 p.
- 22.- ——— GRISALES G., A. y ALARCON, H. Manual de conservación de suelos. Bogotá, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1974. 309 p. (inédito).
- 23.- GRISALES G., A. Zonificación y determinación de la capacidad potencial de uso de los suelos cafeteros colombianos. En Reunión Nacional de Suelos. Ibagué, Universidad del Tolima, 1972. 13 p.
- 24.- HERNANDEZ, M., P. Levantamiento agrológico de la región cafetera central de Antioquia. Bogotá, Colombia, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", 1959. 116 p. (Publicación N° LS-1).
- 25.- LOPEZ, A. R. Aspectos socio-económicos que influyen sobre la erosión de los suelos. En Reunión Nacional de Suelos. Ibagué, Universidad del Tolima, 1972. 7 p. (mimeografiado).
- 26.- SUAREZ S., J. El clima de la zona cafetera. Chinchiná, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1972. 4 p. (Avances Técnicos N° 15).
- 27.- ——— Régimen de las lluvias de la zona cafetera colombiana. Cenicafé, Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1974. 4 p. (Avances Técnicos N° 34).
- 28.- WISCHMEIER, W. H. Rainfall erosion potential. Agricultural Engineering 43(4):212-215, 225. 1962.
- 29.- ——— and SMITH, D. D. Predicting rainfall-erosion losses from oropland east of the rocky mountains. U. S. Department of Agriculture Agriculture Handbook N° 282. 1965. pp. 1-12.
- 30.- VILLEGAS, J. Indices y fórmulas de erosión hídrica. Escuela de Post-graduados. Bogotá, ICA-UN, 1970. 20 p. (mimeografiado).