

3 En: Manejo y Conservación de Suelos de Ladera. (Ed). R. Howeler. Memorias Primer Seminario sobre Manejo y Conservación de Suelos, 10, Cali, Colombia, ~~Julio 1984~~ 1984. PP. 77-93.

25787

PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS PARA CULTIVOS ANUALES

Reinhardt H. Howeler*



CENTRO DE DOCUMENTACION

En Colombia aproximadamente el 40% del territorio nacional consiste de zonas de ladera, donde vive el 15% de la población total y el 50% de la población agrícola. (Posner y McPherson, 1981). Mientras que la producción de cultivos industriales y de exportación se concentra en las partes planas (con excepción del café), los cultivos alimenticios se encuentran principalmente en la zona de ladera. Así, los datos de Valderrama (1981) indican que el 85% del frijol, 70% del maíz duro, 80% del trigo, 80% de la yuca y el 90% de la papa se producen en zonas de ladera de la región Andina. En la zona de clima templado (1000-2000 msnm) en Colombia hay aproximadamente 150.000 ha de maíz, 278.000 ha de caña panelera, 260.000 ha de plátano, 200.000 ha de yuca y 50.000 ha de frijol; en la zona de clima frío (2000-3000 msnm) se encuentran 350.000 ha de maíz, 120.000 de papa, 85.000 de frijol y 20.000 de alverjas (Arias, 1981). Aunque de todas las zonas de ladera el porcentaje en cultivos anuales es más bien bajo, su contribución para la alimentación del pueblo Colombiano es de suma importancia. Por lo tanto, no se puede ignorar el efecto que estos cultivos tienen sobre la productividad del suelo, el recurso natural más importante del país. Es bien conocido que los cultivos anuales, con su requerimiento de preparación del suelo, deshierbas, fertilizaciones y cosechas periódicas, causan mucha más erosión que los cultivos perennes, pastos o bosques. Marques et al. (1961) determinaron una pérdida de suelo por erosión de 21.3 t/ha/año para cultivos anuales, 1.0 para cultivos perennes y 1.2 para pastos sembrados en un suelo arenoso en Brasil. Sin embargo, aún en los cultivos anuales es factible reducir las pérdidas de suelo por erosión hasta niveles aceptables de 2-5 t/ha, utilizando ciertas prácticas de conservación de suelo. El objetivo de este trabajo es indicar algunos factores que influyen en la erosión y las prácticas más eficientes para contrarrestar la erosión en cultivos anuales; se mencionan algunos ejemplos en el cultivo de la yuca.

* Científico de Suelos, Programa Suelos Yuca, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Apartado Aéreo 67-13, Cali.

Factores que influyen en la erosión

En el trópico húmedo la erosión del suelo se debe principalmente a la acción del agua lluvia que puede desprender y arrastrar partículas de suelo, especialmente en pendientes fuertes. En los EE.UU. se ha desarrollado una Ecuación Universal de Pérdida de Suelo para tratar de cuantificar los factores más importantes que influyen en la erosión. Esta ecuación normalmente se escribe así:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad \text{donde}$$

- A = pérdida de suelo por erosión (t/ha/año)
- R = factor lluvia (erosividad)
- K = factor suelo (erodabilidad)
- L y S = longitud y gradiente de la pendiente
- C = factor cultivo o manejo
- P = factor prácticas de conservación

Comparando con áreas templadas, en los trópicos húmedos las lluvias son de mayor intensidad y por lo tanto son más erosivas. Como datos de comparación, se ha determinado un valor "R" de 144 para Bogotá, 150-650 para EE.UU., 1655 para Carimagua y 2207 para Jakarta (Indonesia).

El factor suelo también es de importancia ya que algunos suelos son más susceptibles que otros, dependiendo de su textura, la estabilidad de los agregados, el contenido de materia orgánica, etc. Por su alto contenido de óxidos e hidróxidos de Fe y Al, los suelos Oxisoles y Ultisoles en general tienen un buen drenaje interno y son relativamente menos susceptibles a la erosión que los Inceptisoles, Mollisoles y Alfisoles (El-Swaify y Dangler 1982). La longitud y el gradiente de la pendiente también son determinantes en la erosión. La pérdida de suelo aumenta exponencialmente con el aumento en la pendiente, mientras que la longitud de la pendiente tiene un efecto similar dependiendo de si la pendiente es convexa o cóncava. La Figura 1 muestra la relación entre la pérdida potencial de suelo y el gradiente de la pendiente de un Oxisol desprotegido en Hawaii. También indica la cantidad de nutrimentos perdidos debido a la erosión.

El factor más importante que influye en la erosión es el cultivo y su manejo. Esto determina el porcentaje de cobertura del suelo y el grado de protección contra el impacto de las lluvias. En términos generales los cultivos anuales causan mucho más erosión que los cultivos perennes o los pastos. Entre los cultivos existen muchas diferencias en su rata de crecimiento y en la forma de sus hojas que determinan su potencial para interceptar el agua lluvia. La Figura 2 muestra que cultivos de ciclo corto,

como soya y guandul, llegan a su cobertura máxima entre 45 y 60 días de siembra, mientras la yuca demora 3-4 meses. La Tabla 1 indica que el porcentaje de cobertura del suelo es el factor que más influye en la erosión. Por ejemplo, un cultivo con 3-5% de cobertura produce 100 veces más erosión que aquellos con 99-100% de cobertura. La tasa de cubrimiento del suelo es una característica inherente del cultivo, pero también puede ser influenciada por prácticas agronómicas como selección de variedades vigorosas y tolerantes a enfermedades y plagas, la fertilización, la distancia de siembra, el control de malezas, etc. El factor "C" depende no solamente del cultivo sino de su manejo; por lo tanto, la Tabla 2 muestra un rango amplio de valores "C" para varios cultivos. Según esta tabla, el maíz, sorgo y maní pueden ser más erosivos que la yuca, que a su vez es más erosiva que el arroz, los cultivos permanentes, los pastos (sin pastoreo) y la selva.

Tabla 1. Pérdida de suelo (t/ha/año) calculada para tres cultivos con sistemas de siembra en suelo Colorado de Turrialba con 5 y 10% pendiente y 30 metros de longitud (adaptado de: Amézquita y Forsythe, 1977).

Pendiente (%)	Cultivo	Sistema de Siembra	
		Con la Pendiente	En Contorno
5	Cultivo A con 99-100% cobertura	0.11	0.07
5	Cultivo B con 40- 50% cobertura	6.37	3.82
5	Cultivo C con 3- 5% cobertura	11.33	6.80
10	Cultivo A con 99-100% cobertura	0.25	0.13
10	Cultivo B con 40- 50% cobertura	11.85	7.11
10	Cultivo C con 3 - 5% cobertura	21.05	12.63

Tabla 2. Efecto de varias coberturas de suelo sobre el factor "C" en la ecuación universal de erosión. (Fuente: Roose, 1977).

Cobertura	C (Valor anual)
Suelo desnudo	1.0
Maíz, sorgo	0.3-0.9
Maní	0.4-0.8
Yuca	0.2-0.8
Algodón, tabaco	0.5
Palma Africana, Café, cacao con cultivos de cobertura	0.1-0.3
Arroz	0.1-0.2
Cultivo de cobertura con crecimiento rápido	0.1
Savana o pasto, sin pastoreo	0.01
Selva o cultivo con capa gruesa de "mulch"	0.001

La Tabla 3 muestra que los cultivos de ciclo corto como el sorgo, maní, soya y maíz causaron la mayor pérdida de suelo en Taiwan. La erosión fué menos con cultivos de ciclo largo como yuca y la menor con cultivos semi-permanentes como piña y banano. Parece que la labranza frecuente e intensiva requerida para los cultivos de ciclo corto deja el campo desprotegido y muy susceptible a la erosión.

Tabla 3. Cantidad de suelo perdido por erosión con varios cultivos en Taiwan (precip. anual = 2,500 mm).

	Pendiente %	Suelo erosionado t/ha/año
Piña - cultivos en la pendiente	20	62
Banana - con cultivo limpio	28	92
Yuca - con cultivo limpio	52	128
Batata - en caballones	22	172
Cultivos en rotación (sorgo, maní, batata)		
soya y maíz) - con cultivo limpio	32	208

Fuente: Sheng, 1982

La Figura 2 también muestra que al intercalar yuca con maíz se logró reducir considerablemente el tiempo requerido para cubrir el suelo, y por lo tanto reducir la erosión (Tabla 4). Sin embargo, los cultivos intercalados de ciclo corto requieren más preparación del suelo; además, entre la cosecha del primer cultivo y la siembra del próximo el suelo queda desprotegido. Si en esta época llueve mucho, la pérdida de suelo en un cultivo asociado puede ser mayor que en el monocultivo. Esto se puede ver en los datos de Leesburg (1984) en la República Dominicana, donde el monocultivo de yuca causó menor erosión que yuca intercalada con frijol habichuela seguida por patata (Figura 3).

Tabla 4. Influencia del sistema de cultivo sobre el factor "C".

Cultivo	Erosión de Suelo	
	Primera Siembra	Segunda Siembra
Yuca (Monocultivo)	0.72	0.39
Maíz-yuca (intercalado)	0.43	0.05
Soya	0.19	0.02

Fuente: Aina et al (1979)

La protección del suelo contra el impacto de la lluvia también se puede lograr con la aplicación de un "mulch", o cobertura de material vegetal muerto como rastrojo de maíz y frijol, paja de arroz, hojas de plátano, etc. Lal (1977) ha mostrado que la aplicación de 2-6 t/ha de mulch elimina esencialmente la erosión aún en pendientes de 15% (Tabla 5). Esta práctica, aunque muy efectiva, es poco utilizada por el alto costo de producción, transporte y aplicación del mulch. Su uso es más práctico si se siembra un cultivo directamente en el rastrojo que dejó el cultivo anterior con un mínimo de labranza. Esta práctica de mínima preparación del suelo también es altamente efectiva en controlar la erosión, ya que las malezas o rastrojo protegen el suelo y mantienen una capa orgánica sobre el suelo que favorece la infiltración del agua. Con el uso de los herbicidas es factible controlar las malezas sin necesidad de mucha labranza. La siembra de yuca con estacas se adapta más fácilmente al sistema de mínima

labranza que las siembras de cultivos con semillas pequeñas como el sorgo, maíz y frijol que requieren un suelo más bien suelto y bien preparado.

Tabla 5. Efecto de la aplicación de "mulch" sobre la pérdida de suelo en lotes con diferentes pendientes

Aplicación de mulch (t/ha)	Pérdida de suelo erosionado (t/ha)			
	Pendiente - %			
	1	5	10	15
0	0.43	8.68	11.98	12.20
2	0.25	0.01	0.03	0.08
4	0.00	0.02	0.01	0.01
6	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Lal, 1977

La Tabla 6 muestra el efecto de otras prácticas de conservación de suelo sobre la erosión, indicadas por el valor "P". Aunque la preparación según curva de nivel, la construcción de acequias de desagüe y la siembra de franjas de pasto como barrera viva son efectivas en reducir la erosión, no son tan efectivas como la aplicación de mulch. Esta última práctica también reduce el crecimiento de malezas y por lo tanto, la necesidad de desherbar. Cuando una deshierba con azadón es seguida por una lluvia torrencial ocurren las mayores pérdidas de suelo por erosión.

Tabla 6. Efecto de varias prácticas de conservación del suelo sobre el factor "P" en la ecuación universal de erosión. (Fuente: Roose, 1977).

	P
Arar en el sentido de la pendiente	1.0
Arar según curva de nivel	0.75
Arar y hacer acequias según curva de nivel	0.50
Arar y sembrar franjas de pasto según curva de nivel	0.25
Cobertura con "mulch" (6 t/ha)	0.01

El efecto de la erosión sobre la productividad del suelo

La Figura 1 muestra la pérdida de nutrientes N y P asociados con la pérdida de suelo por erosión. Este es un factor muy importante en el trópico ya que el agricultor normalmente no tiene los recursos para reponer estos nutrientes, resultando en un empobrecimiento de su suelo. No solamente pierde nutrientes, sino también la materia orgánica, tan importante por su buena estructura, su capacidad de retener agua y nutrientes y albergar la fauna del suelo y los micro-organismos benéficos como las micorrizas. Con la pérdida de la materia orgánica el suelo pierde su fertilidad y su productividad, la cual no se puede reponer solamente con la aplicación de abonos químicos. Lal (1976) ha demostrado que la pérdida de 10 cm del suelo superficial redujo los rendimientos de maíz y caupí a menos de la mitad. En un ensayo en Mondomo con yuca, el rendimiento sin aplicación de P fue 7.7 t/ha en suelo erosionado y 22.6 t/ha en suelo no erosionado en el mismo campo; con la aplicación de 50 kg P/ha los rendimientos fueron 18.3 y 30.0 t/ha, respectivamente (Howeler y Cadavid, 1983). Esto indica que el estado de erosión del suelo fue lo más determinante en el rendimiento y que la aplicación de P no puede restablecer la productividad del suelo perdido con la erosión.

El efecto de prácticas culturales en yuca sobre la erosión

La yuca ha sido considerada como un cultivo causante de erosión cuando está sembrada en suelo de pendiente fuerte. Sin embargo, en muchos suelos muy ácidos e infértiles la yuca es frecuentemente el único cultivo todavía productivo. Por lo tanto, los agricultores la siguen sembrando para su subsistencia.

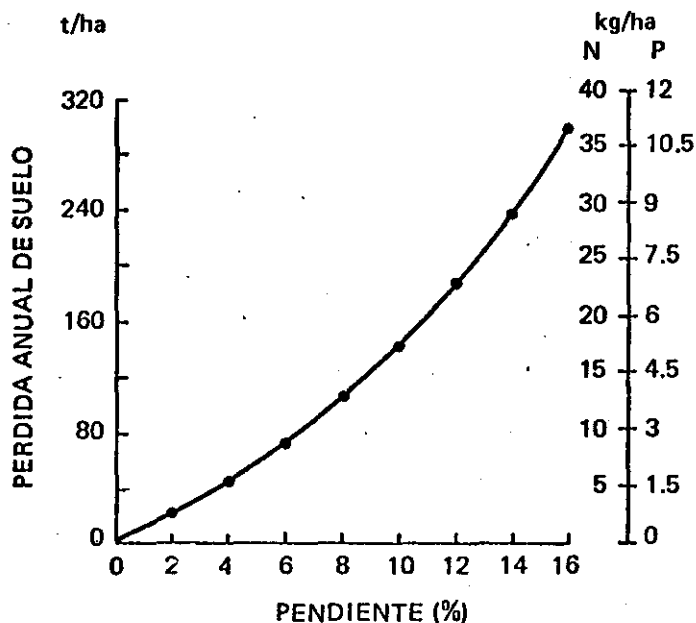


Figura 1. La pérdida potencial de suelo y nutrimentos N y P de un Oxisol desprotegido en Hawaii calculado para varios gradientes de pendiente, con una longitud standard de 22 m y un índice de erosividad (R) de 350 (Fuente: El-Swaify y Dangler, 1982).

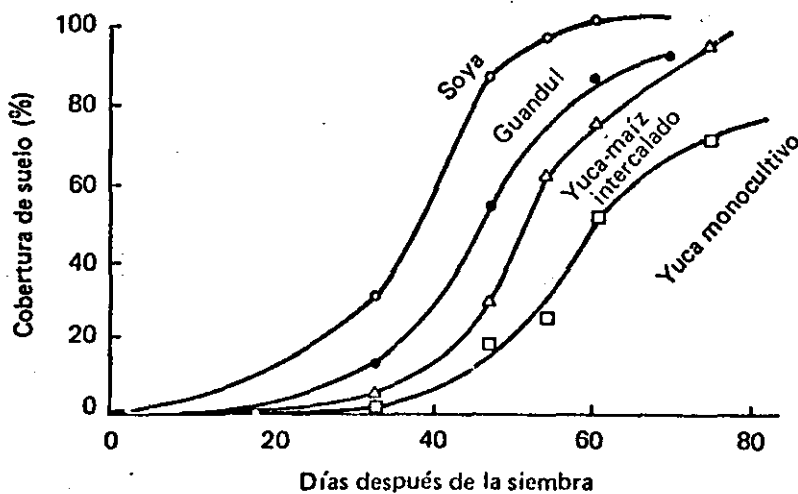


Figura 2. Porcentaje de cobertura de suelo en varios cultivos y sistemas de siembra (Fuente: Aina, Lal y Taylor, 1979).

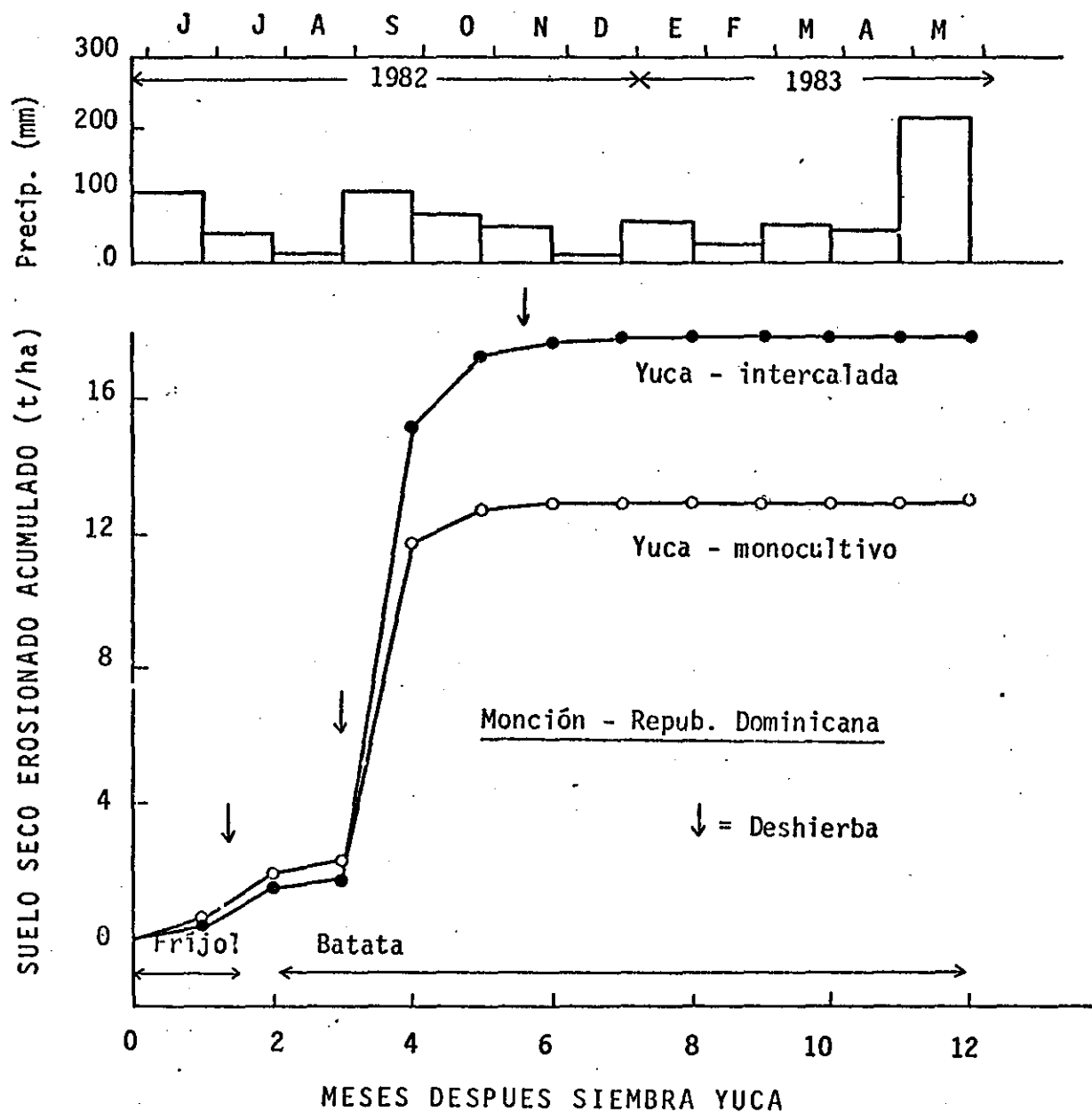


Figura 3. Pérdida acumulada de suelo en yuca monocultivo y en yuca intercalada con frijol habichuela, seguida por batata, en un suelo con 10% de pendiente en Monción, República Dominicana. Arriba se muestra la distribución de la lluvia durante el ciclo de crecimiento.

Para tratar de cuantificar la pérdida de suelo por erosión causada por la yuca y determinar el efecto de varias prácticas de manejo sobre ella, se han establecido varios ensayos en la región de Mondomo - Tres Quebradas, al norte del Departamento del Cauca. El primero fué sembrado en Mondomito en marzo de 1981 en un lote con pendiente de 27%, y el segundo en Agua Blanca en abril 1982 en un lote con pendiente de 40-45%. En ambos ensayos se sembraron parcelas de 20 x 10 m, con tres variedades de yuca en subparcelas. Las parcelas se situaron con su longitud perpendicular a la pendiente. A lo largo y por debajo de cada parcela se hizo un canal, cubierto con plástico, para recoger el suelo erosionado de la parcela arriba. Cada mes se recolectó y pesó el suelo húmedo erosionado para posteriormente calcular la pérdida de suelo seco por hectárea. Enseguida se describe en breve los resultados de estos ensayos:

A. Mondomito. En este lugar se establecieron los siguientes 7 tratamientos después de una preparación uniforme de todo el lote con dos pasos de bueyes:

- 1) Testigo tradicional, siembra de yuca a 80 x 80 cm.
- 2) Construcción de caballones y siembra de yuca a 80 x 80 cm.
- 3) Cobertura del suelo con 10 t/ha de rastrojo (mulch) de maíz.
- 4) Siembra de yuca en doble surco a 60 x 70 cm dejando una franja de 1.40 entre doble surcos donde se siembran dos surcos de Brachiaria humidicola con material vegetativo.
- 5) Siembra de yuca a 80 x 80 cm, intercalando cada surco de yuca con un surco de caupí.
- 6) Siembra de yuca en doble surco a 60 x 55 cm dejando 2.40 m entre doble surcos donde se siembran 4 surcos de caupí a 50 cm entre surcos.

Las variedades de yuca eran Algodona, Regional Amarilla y M Col 113, mientras que la variedad de caupí fue TVX 1193-059 D.

La Figura 4 muestra la cantidad de suelo seco erosionado durante los primeros 10 meses después de la siembra. La mayor pérdida de suelo ocurrió en los primeros 2 meses después de la siembra, cuando las plantas todavía eran pequeñas y el suelo estaba poco protegido contra el impacto de la lluvia. La erosión también aumentó entre los 8 y 10 meses, correspondientes a los meses de mucha lluvia entre octubre y diciembre. En este período del ciclo de crecimiento de yuca, las plantas pierden muchas hojas por procesos fisiológicos naturales y por ataques de enfermedades y el suelo de nuevo queda poco protegido.

El tratamiento con 4 surcos de caupí alternando con doble surco de yuca causó la mayor pérdida de suelo, especialmente durante los primeros tres meses; esto se debe principalmente al mal desarrollo del caupí debido a la temperatura baja en la región. Por lo tanto quedaron franjas de 2 metros de suelo preparado pero casi desnudo entre los dobles surcos de yuca. La erosión en esta parcela fué sumamente severa produciendo cárcavas pequeñas, desnudando las raíces de la yuca y lavando el abono aplicado. La pérdida total de más de 100 toneladas de suelo seco/ha en sólo 10 meses corresponde al 5% de la capa arable del suelo.

Ni la construcción de caballones, ni el intercalado de un surco de caupí dentro de los surcos de yuca tuvieron efecto alguno en la reducción de pérdida del suelo. Solamente la siembra de Brachiaria humidicola entre doble surcos de yuca y la cobertura del suelo con "mulch" de maíz tuvieron efecto marcado y positivo sobre la reducción en la cantidad de suelo perdido por erosión. La Tabla 7 muestra la cantidad total de suelo erosionado y el rendimiento promedio de dos variedades obtenidos en cada tratamiento. La siembra tradicional produjo el mejor rendimiento, mientras la construcción de caballones, el uso del mulch y la yuca intercalada con caupí redujeron algo los rendimientos. Con la siembra de Brachiaria, sin embargo, el efecto fué muy detrimento sobre el rendimiento debido a la fuerte competencia de este pasto con la yuca.

B. Agua Blanca: En este sitio se establecieron 7 tratamientos, entre ellos los que dieron los mejores resultados en Mondomito. En todas las parcelas se aplicaron 500 kg/ha de cal dolomítica y 750 kg/ha de 10-30-10 con excepción de un tratamiento sin abono pero con cal. En casi todas las parcelas se preparó el suelo con un solo paso con bueyes; en un tratamiento se preparó el suelo con azadón en franjas de 1 metro dejando franjas de 1 metro sin preparar, y en un tratamiento no se preparó el suelo sembrando la yuca directamente con barretón. En dos tratamientos se sembraron los pastos Brachiaria humidicola e Imperial como barreras entre doble surcos de yuca y en un tratamiento se cubrió el suelo con "mulch" de maíz. En subparcelas se sembraron tres cultivares de yuca, CMC 92, Regional Amarilla y Batata, todas cultivares locales.

La Figura 5 muestra que durante los primeros 6 meses hubo poca pérdida de suelo; las mayores pérdidas se obtuvieron en la parcela con Imperial debido a su deficiente establecimiento. Este pasto solamente se estableció bien después de una fertilización con 10-30-10 a los 6 meses, mientras que el Brachiaria humidicola se estableció rápido sin ningún abonamiento. En la parcela sin abono las plantas quedaron pequeñas, el suelo tenía poca cobertura y hubo mucho crecimiento de malezas. Después de una deshierba en

Tabla 7. Rendimiento de yuca y cantidad total de suelo erosionado con varias prácticas de conservación de suelo en Mondomito (Cauca).

Tratamiento	Rendimiento* yuca (t/ha)	Suelo Seco [#] erosionado (t/ha)
1. Preparación con bueyes; siembra yuca a 80 x 80 cm.	11.2	40.7
2. Preparación con bueyes y construcción caballones; siembra yuca a 80 x 80 cm	8.0	41.6
3. Preparación con bueyes; aplicación mulch de maíz; siembra yuca a 80 x 80 cm.	7.3	11.8
4. Preparación con bueyes; yuca en doble surco alternados con 1 metro de <u>Brachiaria humidicola</u>	4.8	18.0
5. Preparación con bueyes; siembra yuca a 80 x 80 cm intercalados con 1 surco de caupí	6.9	52.0
6. Preparación con bueyes; yuca con doble surco intercalados con 4 surcos de caupí	6.2	106.0

* Promedio de 2 variedades: M Col 113 y CMC 92.

[#] Durante 10 meses después de la siembra.

Se aplicó cal y abono a todos los tratamientos.

noviembre, llovió duro y se perdieron en pocos días 20 t/ha de suelo en este tratamiento. Al momento de la cosecha a los 14 meses se habían perdido 36 t/ha en la parcela sin abono y 23 t/ha en la parcela con abono (Tabla 8). El pasto Imperial redujo algo la pérdida de suelo, una vez que estuvo bien establecido y no afectó el rendimiento de yuca. El Brachiaria otra vez fué muy efectivo en contrarrestar la erosión y debido a su mejor manejo (control de estolones que se metieron dentro de la franja de yuca), compitió poco con la yuca. La aplicación de "mulch" fue bastante efectiva en reducir las pérdidas de suelo y esto ayudó algo en incrementar el rendimiento. El mismo efecto tuvo la siembra de yuca en doble surco en franjas de 1 metro preparado con azadón, alternando con 1 metro sin preparar. El tratamiento de cero-preparación fue el más efectivo en controlar la erosión y además tuvo el mejor rendimiento de yuca. Parece que en los suelos que todavía no se han erosionado y que tengan una estructura friable se puede sembrar yuca sin nada de preparación. Esta es la práctica más barata, no afecta el rendimiento, y se protege mejor el suelo de la erosión. Con el uso de machete y herbicidas se puede controlar las malezas, causando así un mínimo disturbio del suelo.

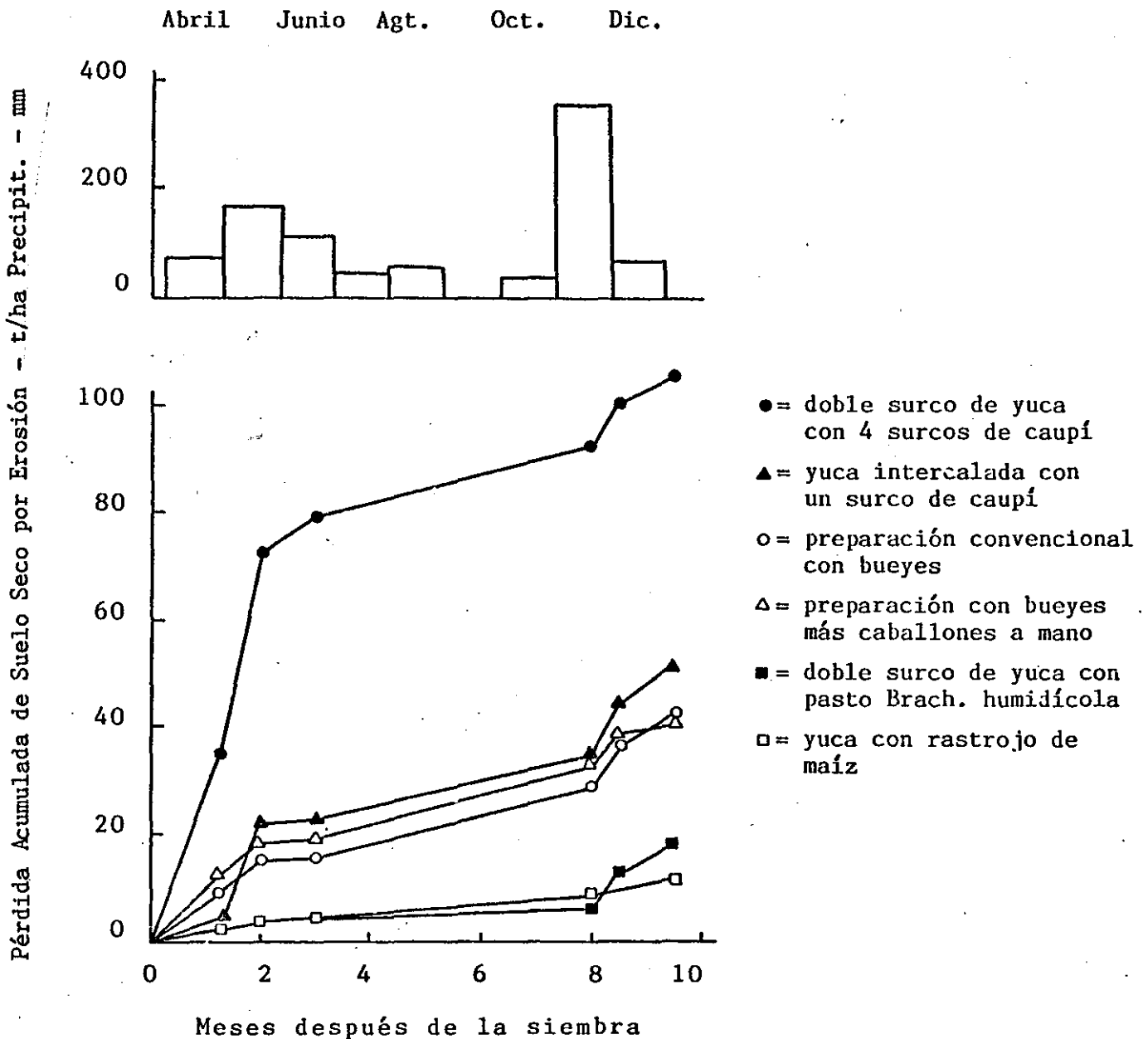


Figura 4. Pérdida acumulada de suelo por erosión debido a varios sistemas de siembra de yuca-Mondomito, 1981. Arriba se muestra la distribución de la lluvia durante el ciclo de crecimiento.

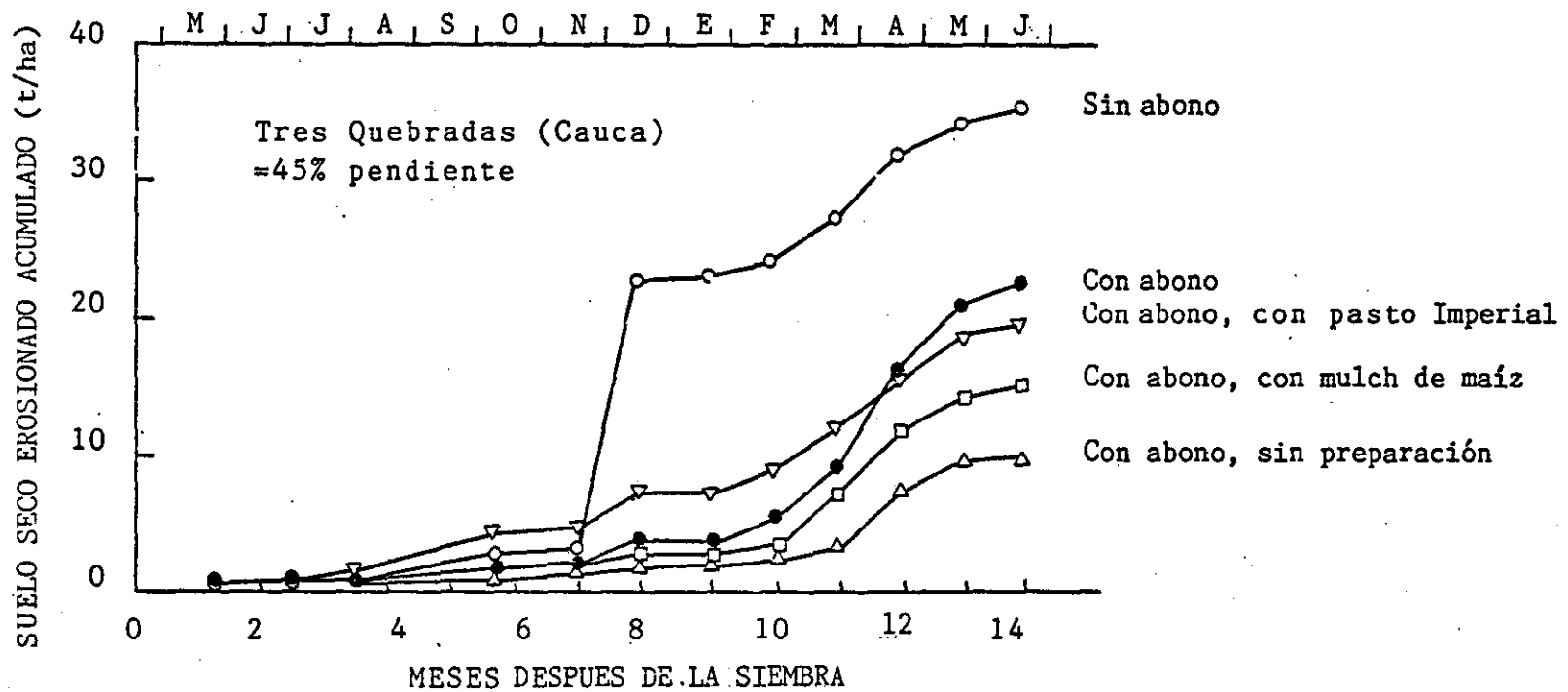


Figura 5. Pérdida acumulada de suelo por erosión debido a varias prácticas culturales en yuca sembrada en Agua Blanca, Cauca, 1982-1983.

Tabla 8. Rendimiento de yuca y cantidad total de suelo erosionado con varias prácticas de conservación de suelo en Agua Blanca (Cauca).

Tratamiento	Rendimiento* yuca (t/ha)	Suelo Seco [#] erosionado (t/ha)
1. Preparación con bueyes; aplicación de cal, sin abono, siembra a 80 x 80 cm.	6.9	35.9
2. Preparación con bueyes; aplicación de cal y abono, siembra a 80 x 80 cm.	13.6	22.9
3. Preparación con bueyes; aplicación cal y abono; aplicación mulch de maíz; siembra a 80 x 80 cm.	15.9	15.1
4. Preparación con azadón de franjas de 1 metro con doble surco; 1 metro sin preparar	15.6	14.1
5. Preparación con bueyes; doble surco yuca alternados con 1 metro pasto imperial	15.8	19.8
6. Preparación con bueyes; doble surco yuca alternados con 1 metro pasto Brachiaria.	13.3	9.8
7. Sin preparación; siembra con barretón a 80 x 80 cm; aplicación cal y abono	17.6	9.8

* Promedio de tres variedades: CMC 92, Batata y Regional Amarilla

Durante 14 meses entre siembra y cosecha de yuca.

Conclusiones y recomendaciones

Con el actual manejo de los suelos de ladera los agricultores logran rendimientos bajos de varios cultivos alimenticios y causan daños irreversibles al suelo por la alta tasa de erosión. Para mantener algo de fertilidad se dejan los lotes descansar muchos años en rastrojo después de algunas cosechas. En fincas pequeñas esto implica que se deban cultivar terrenos que por sus pendientes no son aptos para cultivos limpios, causando cada vez más erosión y menos producción.

Para romper este círculo vicioso se sugiere usar prácticas para intensificar los cultivos y aumentar los rendimientos por hectárea; ésto a su vez hace factible una reducción en el área sembrada, una reducción en la

preparación de la tierra, dejando la mayor parte de los suelos de pendiente fuerte en descanso continuo o en cultivos permanentes como frutales o forestales.

Para mejorar los rendimientos por hectárea es indispensable (y altamente económico) el uso de una fertilización adecuada. El costo del abono se paga con la reducción en el costo de preparación de tierra, de deshieras y de siembras en lotes poco productivos. Al contrario, se concentran los cultivos anuales en los mejores suelos con menores peligros de erosión. Además de un buen abonamiento se deben usar variedades adaptadas y con buen potencial de rendimiento, controlar enfermedades y plagas y hacer un buen control de malezas. Estas prácticas resultan no sólo en rendimientos altos sino también en un desarrollo rápido y vigoroso del cultivo, lo cual proporciona la mejor protección del suelo contra el impacto de la lluvia y reduce la necesidad de deshieras. Además, para controlar mejor la escorrentía se recomienda hacer una mínima preparación del suelo, sembrar el cultivo según curvas de nivel, sembrar franjas de barreras vivas de pasto, cubrir el suelo con rastrojo de maíz o caña y controlar la maleza con herbicidas donde sea posible.

Con estas prácticas de conservación del suelo es factible aumentar los rendimientos de cultivos anuales en zonas de ladera y reducir significativamente la erosión.

REFERENCIAS

1. AINA, P. O., LAL, R. and TAYLOR, G.S. 1979. Effects of vegetal cover on soil erosion on an Alfisol. In. Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics (Eds) Lal, R. and Greenland, D. J., John Wiley and Sons, New York, p. 501-508.
2. AMEZQUITA, E. and FORSYTHE, W. M. 1977. Aplicación de la ecuación de pérdida de suelo en Turrialba, Costa Rica. En Memorias del V Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y IV Coloquio Nacional sobre Suelos. Suelos Ecuatoriales 8:61-69.
3. ARIAS, F. 1981. Cultivos Múltiples: producción e influencia en la conservación de aguas y en la erosión de la ladera colombiana. En. Agricultura de Ladera en América Tropical (Eds) Novoa A.R. y Posner J. L. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 305-312.

4. EL-SWAIFY, S.A. and DANGLER, E.W. 1982. Rainfall erosion in the tropics: a state of the art. In Soil Erosion and Conservation in the Tropics. ASA Special Publication number 43. Madison, Wisc. p. 1-25.
5. HOWELER, R. H. y CADAVID, L.F. 1983. Prácticas de conservación de suelos para producción de yuca en ladera. En Segundo Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Oct. 4-8, 1983. Pasto, Colombia (en imprenta).
6. LAL, R. 1976. Soil erosion problems on an Alfison in western Nigeria and their control. IITA. Monograph No. 1. IITA, Ibadán, Nigeria.
7. LAL, R. 1977. Some aspects of soil and water conservation in the humid tropics with particular reference to Latin America. In Memorias del V Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y IV Coloquio Nacional sobre Suelos. Suelos Ecuatoriales 8:30-36.
8. LEESBERG, Y. 1985. La yuca y la erosión en la Sierra de la República Dominicana. Yuca Boletín Informativo. (en imprenta)
9. MARQUES, J.A., QUITILANA, J. BERTONI, J. and BARRETO, G. 1961. Perdas or eroacao no Estado de Sao Paulo. Bragantia 120:1143-1182.
10. POSNER Y. L. y McPHERSON M.F. 1981. Las áreas de ladera de México, Centroamérica, El Caribe y los países Andinos: Situación actual y perspectivas para el año 2000. En Agricultura de Ladera en América Tropical. (Eds) Novoa A.R. y Posner Y.L. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 91-108.
11. ROOSE, E. J. 1977. Application of the Universal Soil Loss Equation of Wischmeier and Smith in West Africa. In Soil Conservation and Management in th Humid Tropics. (Eds) Greenland, D. J. and Lal, R. John Wiley and Sons. New York. p 177-187.
12. Sheng, T.C. 1982. Erosion problems associated with cultivation in humid tropical hilly regions. In Soil Erosion and Conservation in the Tropics. ASA Special Publication number 43. Madison, Wisc. p 27-39.
13. VALDERRAMA M. 1981. Contribución de la agricultura de ladera de la región andina en la economía nacional. En Agricultura de Ladera en América Tropical (Eds) Novoa A.R. y Posner Y. L. CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 77-90.