

PERDIDAS DE SUELO EN CULTIVOS HORTICOLAS, RIO ARRIBA, EL COBRE, EDO. TACHIRA, VENEZUELA.

L.A. Sánchez ¹, M. Ataroff ².

(1) Centro de Ecología de las Tierras Altas CETA, calle Bolívar entre carreras 3 y 4, El Cobre, Edo. Táchira, Venezuela. Tel-Fax: 5877-97069. E-mail: nrebolle@neblina.reacciun.ve

(2) Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Centro de Investigaciones Ecológicas de los Andes Tropicales (CIELAT), Mérida 5101, Venezuela. Tel-Fax 5874-401255 E-mail: ataroff@ciens.ula.ve

Palabras clave: erosión, escorrentía, erosionabilidad, *Arracacia xanthorhyza* Banc., *Daucus carota* L., *Solanum tuberosum* L., *Malus sylvestris* Miller, *Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L.

RESUMEN

Durante un período de tres años, se cuantificarón las pérdidas de suelo mediante parcelas de erosión en un cultivo de hortalizas y un cultivo de manzanas en la localidad de Río Arriba, El Cobre, Estado Táchira, Venezuela. El mayor monto de suelo erosionado se obtuvo en el cultivo de hortalizas, donde el primer año se cultivó apio (*Arracacia xanthorhyza* Banc.), perdiéndose 7.91 Mg ha⁻¹ año⁻¹, el segundo año, cuando se cultivó zanahoria (*Daucus carota* L.) y papa (*Solanum tuberosum* L.), se perdieron 22.48 Mg ha⁻¹ año⁻¹ y durante el tercer año bajo cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en asociación con caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) se perdieron 11.22 Mg ha⁻¹ año⁻¹. En el cultivo de manzano en terrazas (*Malus sylvestris* Miller), se perdieron 1.96 Mg ha⁻¹ año⁻¹, 0.98 Mg ha⁻¹ año⁻¹ y 0.43 Mg ha⁻¹ año⁻¹ durante el primero, segundo y tercer año respectivamente. Se determinó como la variación de los factores ambientales tales como el escurrimiento, la precipitación total y efectiva, al igual que algunas características edáficas (textura, contenido de materia orgánica, pH, tasa de infiltración y estabilidad de los agregados al agua), se relacionan de forma directa con la erosión, así mismo se encontró que es determinante el tipo de manejo que se le da a cada sitio, que sin duda explica en gran medida, los procesos y mecanismos erosivos.

LOSSES OF SOIL IN CROPPING SYSTEM, RIO ARRIBA, EL COBRE, EDO. TACHIRA, VENEZUELA.

ABSTRACT

During a period of three years, this study examined soil erosion losses through plots in a vegetables cultivation and apples cultivation in locality of Rio Arriba, El Cobre, state Táchira, Venezuela. Greater soil amount was obtained in the vegetables cultivation, where the first year was

cultivated Arracacha (**Arracacia xanthorhyza** Banc.), it being lost $7.91 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, the second year, when was cultivated carrot (**Daucus carota** L.) and potato (**Solanum tuberosum** L.), they were lost $22.48 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ and during the third year under corn cultivation (**Zea Mays** L.) in association with bean (**Phaseolus vulgaris** L.) were lost $11.22 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. In the apple tree cultivation in terrazas of bank (**Malus sylvestris** Miller), were lost $1.96 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, $0.98 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ and $0.43 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ during the first, second and third year respectively. It was determined as the variation of the environmental factors such as the runoff, the total and effective rainfall, the same as some characteristic the soil (texture, organic matter content, pH, infiltration rates and stability of the aggregates to the water), are related in a way direct to the erosion, also was found that it is determinant the type of managing that is given to each site, that without doubt explains to a large extent, soil degradation processes.

INTRODUCCIÓN

El problema erosivo en Venezuela ha estado asociado a las muy particulares y dinámicas condiciones de su desarrollo socioeconómico, que en muchos casos han contribuido a agravar los problemas de degradación del suelo (Pla, 1990). En particular, la región andina, con el desarrollo de actividades agropecuarias sobre laderas con pendientes de más de 50° y con frecuencia sobre substratos geológicos inestables, se muestra como una zona de alta fragilidad potencial. Sin embargo, los estudios sobre erosión en esta región son escasos, en especial los que relacionan pérdidas del suelo con uso de la tierra (Lizaso 1980, Cagua 1989, Montesdeoca 1989, Solorzano *et al.* 1989, Altuve y Davila 1990, López 1991, Andressen *et al.* 1994, Villegas *et al.* 1994, Ataroff y Monasterio 1996).

El objetivo de este estudio fue evaluar las pérdidas de suelo en laderas con altas pendientes bajo los cultivos más frecuentes en la zona andina venezolana. Así, estudiamos la erosión en un cultivo de hortalizas (apio, zanahoria, papa, maíz y caraota) y lo comparamos con un cultivo de manzanas sobre terrazas de banco. Analizamos la variación anual de las pérdidas de suelo teniendo en cuenta: a) el patrón de precipitaciones, b) el escurrimiento c) la erosividad de las lluvias, d) la erosionabilidad del suelo, e) el calendario de actividades agrícolas y f) las prácticas antierosivas.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada a 2250 m.s.n.m. en la cuenca del río El Valle, cuya población principal es El Cobre, Estado Táchira, en Los Andes de Venezuela. Se trabajó en dos ambientes: una parcela de cultivo que, durante el lapso de estudio, ha tenido sucesivamente apio, zanahoria, papa y una asociación de maíz y caraota así como en un cultivo de manzanos sobre terrazas de banco, el primero ubicado en la finca El Paraíso y los manzanos en la finca Mesa del Palmar.

El patrón de precipitaciones es bimodal, con dos máximos uno de abril a mayo y otro de octubre a noviembre. La precipitación anual es de 977 mm (1991-1995) y la temperatura media es de 16°C (mínima media de 12°C y máxima media de 18°C , Ortiz 1992). Los suelos pertenecen a una consociación Typic Palehumults y Typic Humitropepts (MARNR datos no publicados).

Las principales características de los ambientes estudiados se describen a continuación:

Cultivo de hortalizas: Desde mayo de 1994 hasta abril de 1996, trabajamos en una ladera cultivada con pendiente de 76%. Al inicio del trabajo existía un cultivo de apio (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) el cual había sido plantado en noviembre de 1993. Durante el lapso de estudio, se realizó un deshierbe en septiembre y una aireación en octubre de 1994. Luego de una cosecha parcial en enero de 1995, en abril el apio fue cosechado totalmente y se sembró zanahoria (*Daucus carota* L.), la cual a su vez fue cosechada en agosto de 1995. En septiembre el terreno fue arado, mediante tres pases de arado con yuntas de bueyes, y se sembró papa (*Solanum tuberosum*) en octubre de 1995. Este nuevo cultivo sufrió un aporque en noviembre, se le aplicó un herbicida en diciembre, un pesticida en enero y otro herbicida en febrero. Finalmente, fue cosechada en abril de 1996, luego el terreno fue arado, para comenzar el ciclo siguiente, el cual correspondió a una asociación de maíz (*Zea mays* L.) con caraota (*Phaseolus vulgaris*) que fueron plantados en junio de 1996, la caraota se cosechó en octubre de 1996 y el maíz en febrero de 1997, el terreno es arado durante abril de 1997, para comenzar un nuevo ciclo de papa (*Solanum tuberosum*). El estudio de erosión se continuó durante todas estas etapas.

Estos cultivos se desarrollaron en terrenos de la finca El Paraíso, en la cual desde 1980 se ha realizado un sistema de labranza convencional, en la cual se utiliza arado tirado por bueyes, rastras y aperos mecánicos para el laboreo del suelo antes de la siembra (Vega *et al.* 1992), y una rotación de cultivos que comprende ciclos sucesivos de papa, repollo, zanahoria y apio. Para todos estos cultivos se utilizó riego por aspersión. Con anterioridad, entre 1940 y 1980, los terrenos de la finca estuvieron abandonados en barbecho hasta resolverse un problema legal de sucesión.

Manzanos sobre bancales: Se trata de un cultivo de manzano (*Malus sylvestris* Miller), plantado en 1992 sobre bancales de 3.5 m de ancho, con pendiente interna < 5%, construidas por el dueño de la finca Mesa del Palmar como práctica antierosiva, con una densidad de siembra alta (dos metros entre plantas). Se utiliza *Phalaris tuberosa* a manera de barrera viva en el borde libre de la terraza. Posee sistema de riego por aspersión.

MATERIALES Y METODOS

En febrero de 1994, instalamos 6 parcelas de erosión, tres en cada uno de los dos ambientes descritos: Cultivo de hortalizas y cultivo de manzanos sobre bancales. Sobre el cultivo de hortalizas, las parcelas fueron rectangulares de 3 x 6 m. En el cultivo de manzano, debido al terraceo existente, las parcelas fueron de 3 x 3.50 m. Los resultados de los primeros tres meses fueron desechados para evitar los efectos de la alteración producto de la instalación de las parcelas. Semanalmente durante los primeros ocho meses y quincenalmente el resto del tiempo, medimos el volumen de agua de drenaje superficial (escorrentía), la cantidad (peso seco) de fracción mineral del suelo arrastrada y retenida por un canal colector y la trampa de sedimentos. La fracción mineral fue separada en gruesa y fina, mayor y menor de 4 mm, respectivamente.

La precipitación total se midió cada quince minutos, mediante un pluviógrafo (DataLogger LI-1000), se calculó el índice de erosividad EI_{30} de Wischmeier y Smith (Foster *et al.* 1981). La precipitación efectiva se midió con 10 pluviómetros distribuidos al azar en cada uno de los

ambientes. Los pliviómetros fueron construidos con un envase plástico (PVC) de 3.5 litros de capacidad, a los cuales se les adaptó un embudo, cada uno con área de captación de 0,00893 m².

Para la evaluación de la erosionabilidad de los suelos, se determinó la textura por el método de Bouyoucos (1962, en IGAC 1990), la velocidad de infiltración mediante el método de Musgrave (1935, en USDA 1970), la densidad aparente por el método de excavación de Pla (1977), y el contenido de materia orgánica según Olarte *et al.* (1979). La estabilidad de los agregados del suelo al agua mediante la metodología de Yoder modificada (USDA 1970), la media geométrica de los mismos fue calculada mediante la fórmula de Mazurak (1950). Se realizó un seguimiento de las prácticas de manejo en cada ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. Erosionabilidad

La evaluación directa de la erosionabilidad del suelo, bajo condiciones de campo, requiere de tiempo prolongado, altos costos y recursos humanos, normalmente se determina empíricamente (Truman y Bradford 1995). En este caso, hemos analizado la erosionabilidad con la medición de la textura, el contenido de materia orgánica, la velocidad de infiltración, la densidad aparente y la estabilidad de los agregados al agua.

El uso del factor K de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo, está ampliamente difundido como estimador de la erosionabilidad de los suelos. El factor de erosionabilidad K, calculado según Kirkby y Morgan (1980), relaciona la textura y el contenido de materia orgánica. Los valores de K (Tabla 1) indican que el cultivo de hortalizas tiene mayor susceptibilidad a erosionarse.

Las características texturales y contenido de materia orgánica de los primeros 15 cm de los suelos de cada ambiente están resumidas en la Tabla 1.

En los dos sitios, se trata de suelos con texturas francas, el porcentaje de arenas fue mayor en los banales, lo cual según Levy *et al.* (1994), podría significar una mayor susceptibilidad a erosionarse. Sin embargo, dado que la estabilidad del suelo aumenta con la cantidad de materia orgánica (Tisdall y Oades 1982 cit. por Auerswald, 1995) la cual es mayor en el cultivo de manzano, la mayor cantidad de materia orgánica podría compensar el menor contenido de arcillas.

La Tabla 2 resume características relacionadas con la infiltración, para los primeros 15 cm de los suelos bajo estudio. La infiltración básica (I_b) representa la máxima tasa de penetración de agua en el suelo en un tiempo determinado, es en este momento cuando se hace estable la tasa de infiltración (Pla 1977). Comparando los ambientes (Tabla 2), el cultivo de manzano posee la más alta infiltración básica, probablemente se deba a la alta densidad de raíces superficiales del pasto azul (*Phalaris tuberosa*) que se usa a manera de barrera viva, por esto se esperaría menor tasa de escurrimiento y por lo tanto una menor pérdida de suelo en este ambiente, comparado con el cultivo de hortalizas.

Igualmente los valores de densidad aparente (Tabla 2) revelan que el cultivo de manzano en bancales tiene una proporción de poros mayor que el cultivo de hortalizas. Esto indica que, la menor velocidad de infiltración en el cultivo de hortalizas es debida a una escasez de poros en el suelo, posiblemente debido a la compactación por pisoteo.

Teniendo en cuenta el porcentaje de agregados estables al agua, el cultivo de hortalizas fue el ambiente que presentó una mayor susceptibilidad a erosionarse, por presentar un mayor porcentaje de agregados pequeños y una media geométrica baja (Tabla 2). Por el contrario, el cultivo de manzano sobre bancales presentó una mayor estabilidad estructural.

Tomando en consideración el conjunto de características del suelo analizadas, el suelo del cultivo de hortalizas mostró tener la mayor susceptibilidad a ser erosionado en comparación con el cultivo de manzanos, parece ser pues que este sistema reúne las características más favorables para enfrentar los procesos erosivos.

II. Pérdidas de suelo por erosión

Cultivo de hortalizas

El ambiente con mayores valores de erosión fue el de cultivo de hortalizas, con $7.91 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ durante el primer año bajo cultivo de *A. xanthorrhiza* Banc. y $22.48 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ durante el segundo año bajo dos ciclos de cultivo sucesivos, primero de *D. carota* y luego de *S. tuberosum* L. y $11.22 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ para el tercer año, bajo cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en asociación con caraota (*Phaseolus vulgaris* L.).

La pérdida de la fracción mineral fina y gruesa (Tabla 3) fue equivalente para el cultivo de apio (51% fina y 49% gruesa), ligeramente mayor la fracción fina en el de zanahoria (53% fina y 47% gruesa) y un poco mayor en la asociación maíz-caraota (57% fina y 43% gruesa), mayor para el cultivo de papa (62% fina y 48% gruesa), aunque no existe gran diferencia en cuanto a tamaño de material arrastrado, es notable que los montos erosionados de fracción fina superarán siempre a los montos de fracción gruesa.

La frecuencia de actividades agrícolas fue diferente en los cuatro ciclos de cultivos. El cultivo de *A. xanthorrhiza*, en los doce meses estudiados sólo requirió de cuatro incursiones a las parcelas hasta la cosecha, más una incursión final para arar para la siguiente siembra. El cultivo de *D. carota* requirió, en los cuatro meses de su ciclo, tres incursiones. El cultivo de *S. tuberosum*, desde el arado previo a la siembra hasta la cosecha duró 8 meses durante los cuales fueron necesarias 7 incursiones y el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado con caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) requirió cinco incursiones.

En total, el cultivo de *A. xanthorrhiza* generó una pérdida de suelo de 7.91 Mg ha^{-1} (media mensual 0.66), el de *D. carota* de 4.39 Mg ha^{-1} (media mensual 1.1), el de *S. tuberosum* (incluyendo el arado previo) de 18.08 Mg ha^{-1} (media mensual 2.26) y el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en asociación con caraota (*Phaseolus vulgaris*) generó una pérdida total de 11.22 Mg ha^{-1} (media mensual 0.93). Es decir que, comparados por las pérdidas medias mensuales, el suelo bajo el cultivo de apio resultó menos afectado por la erosión que el resto, mientras que con cultivo de

zanahoria se produjo el doble de pérdidas por mes y en el cultivo de papa las pérdidas de suelo fueron el doble que con cultivo de zanahoria y 3.4 veces más que con cultivo de apio, la asociación maíz - caraota generó pérdidas ligeramente mayores que el apio pero el promedio mensual fue menor que el de zanahoria y papa.

La media mensual de erosión en estas parcelas, cuando no hay incursiones humanas en ellas, fue de $0.16 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mes}^{-1}$, es decir muy baja aunque no tan baja como la del bosque natural adyacente que fue de $0.035 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mes}^{-1}$ (Sánchez y Ataroff, sin publicar) seguramente debido a la menor cobertura del suelo por el cultivo.

El suelo con cultivo de hortalizas tiene las características menos favorables en cuanto a erosionabilidad se refiere (Tabla 1 y 2), pues presentó la menor estabilidad estructural, los mayores valores de K, el menor porcentaje de materia orgánica, la mayor densidad aparente. Esto posiblemente sea debido a las prácticas de arado, de aporque, aireación, fertilización, la aplicación de productos químicos y en general el pisoteo frecuente.

La erosión mensual muestra que los mayores montos están asociados a labores agrícolas (Figura 1). Las diferencias entre erosión con y sin actividades humanas fueron significativas, ANOVA $F=12.28$, $P<0.01$. Por el contrario, la relación entre las pérdidas de la fracción mineral con la precipitación y la escorrentía no mostró correlación significativa ($R^2=0.15$ y 0.062 respectivamente). El efecto fundamental de las actividades agrícolas sobre la erosión ha sido referido para otros ambientes agrícolas en Los Andes venezolanos (Ataroff y Monasterio, 1996).

Cultivo de manzano

En el cultivo de manzano la erosión del suelo fue mucho menor que en el cultivo de hortalizas, con un promedio para los tres años de $0.68 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

La pérdida de la fracción mineral fue diferente durante los tres años estudiados, siendo $1.96 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ durante el primer año, mientras en el segundo año fue de $0.98 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y durante el tercer año $0.25 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, es notable la reducción de las pérdidas de suelo por erosión, lo que puede indicar una consolidación de los bancales con el tiempo. La precipitación total y la escorrentía es menor en el segundo y tercer año, sin embargo, no mostraron correlación con la pérdida de fracción mineral ($R^2 = 0.046$ y 0.49 respectivamente).

En este cultivo, tres de los cinco principales picos de pérdida de fracción mineral son directamente explicables por las actividades agrícolas. Los otros dos picos, es decir en septiembre y octubre del primer año, no coinciden con ninguna actividad pero, el deshierbe ocurrido durante el mes anterior dejó desprotegido el suelo justo antes de que se produjeran las más altas precipitaciones de todo el período (Ataroff y Sanchez 199-).

La media mensual de erosión cuando no hay incursiones humanas fue de $0.10 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mes}^{-1}$, menor que en el cultivo de hortalizas.

En el cultivo de manzano, el suelo mostró una velocidad de infiltración equivalente a la que ocurre bajo el bosque natural adyacente, sin embargo la densidad aparente fue mucho mayor. En cuanto a sus características estructurales, la media geométrica del tamaño de los agregados estables fue alta y presentó menor proporción de agregados menores de 5 mm (Tabla 2).

Las pérdidas medias mensuales de este cultivo (0.12 Mg ha^{-1}) son similares a las registradas por Fernández (1994) en la Estación Experimental Bajo Seco (Cordillera de La Costa, norte de Venezuela) en un cultivo de durazno ($0.11 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mes}^{-1}$).

Comparaciones entre ambientes sin disturbio antrópico

Los resultados muestran que las actividades agrícolas tienen una relación directa y determinante sobre las pérdidas de la fracción mineral, así, para poder conocer la relación entre la erosión y la erosionabilidad, las precipitaciones efectivas y el escurrimiento, se hace necesario comparar los distintos ambientes sin la influencia de las intervenciones antrópicas.

La erosión media mensual para los períodos sin intervención se correlacionó con diferentes variables ambientales. Se observó que la erosión se encuentra correlacionada con la densidad aparente, el factor K (relación textura-materia orgánica) y el tamaño promedio de los agregados estables. Por el contrario, la erosión no mostró correlación con la infiltración, la proporción de agregados pequeños, así como la precipitación efectiva y el escurrimiento.

La relación entre la erosión y la erosividad de las lluvias es difícil en esta localidad donde sólo dos meses al año tienen valores calculables del índice EI30. Sin embargo la relación no parece ser muy estrecha, ya que en aquellos casos en los que no hubo perturbación antrópica, valores altos de EI30 no se relacionaron con grandes pérdidas, como por ejemplo, durante el mes de julio 1995 en el cultivo de hortalizas (Figura 1).

CONCLUSIONES

El cultivo de hortalizas mostró los mayores valores de erosión, con una media cercana a $14 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, siendo más de 12 veces superior al cultivo de manzano en bancales, el cual mostró un promedio de $1.12 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de erosión.

La fracción mineral erosionada en el cultivo de manzano en bancales disminuyó, lo cual puede ser un indicio, de mayor consolidación de las terrazas a través del tiempo y de un mejoramiento de la efectividad de la barrera viva.

El material erosionado de los ambientes mostró siempre un mayor monto de la fracción mineral fina, en comparación con la gruesa.

La densidad aparente, el factor de erosionabilidad K y la estabilidad de los agregados mostraron correlación con la erosión. Por el contrario, no mostraron correlación ni la precipitación efectiva, el escurrimiento ni la velocidad de infiltración.

TABLA 1. Características texturales y químicas del horizonte A (0-15 cm) de los suelos de los diferentes ambientes estudiados, El Cobre, Edo. Táchira, Venezuela. Los valores de K están expresados en $Mg\ h\ Mj^{-1}\ mm^{-1}$

	CULTIVO DE HORTALIZAS	CULTIVO DE MANZANO
% DE ARENA	42,66	58,86
% DE LIMO	39,93	25,71
% ARCILLA	17,41	15,43
TEXTURA	FRANCA	FRANCA
% M.O.	3,58	4,04
VALOR DE K	0,045	0,038

TABLA. 2. Velocidad de infiltración (I_b), densidad aparente (D_a) y estabilidad estructural de los diferentes ambientes bajo estudio, El Cobre, Edo. Táchira, Venezuela.

	I_b (cm/h)	D_a (Mg/m^3)	% de agregación mm Hor. A						Media Geométrica (mm)
			0,25	0,5-1	1-2	2-3	3-4	4-6,3	
CULTIVO DE MANZANO	43,63	1,68	0,87	1,25	4,21	7,71	6,60	79,34	1,15
CULTIVO DE HORTALIZAS	29,49	1,79	8,47	10,57	8,88	4,29	15,21	52,55	0,70

TABLA 3. Valores de precipitación total, precipitación efectiva (Pe), escorrentía ($Escor.$) y porcentaje de escorrentía en los ambientes estudiados, El Cobre, Edo. Táchira, Venezuela. Primer año: mayo 1994 - abril 1995, segundo año: mayo 1995 - abril 1996 y tercer año: mayo 1996 - abril 1997.

	AÑOS	precipitación total (mm)	Pe (mm)	$Escor.$ (mm)	F.M. fina < 4 mm $Mg\ ha^{-1}\ año^{-1}$	F.M. gruesa < 4 mm $Mg\ ha^{-1}\ año^{-1}$	F.M. total < 4 mm $Mg\ ha^{-1}\ año^{-1}$
Cultivo de hortalizas	1er. año	1217	1409	34,36	4,07	3,85	7,91
	2do. año	1100	1292	38,23	13,44	9,05	22,48
	3er. año	918	1020	32,37	6,40	4,82	11,22
Cultivo de manzano	1er. año	1217	1471	23,26	1,16	0,80	1,96
	2do. año	1100	1163	22,58	0,63	0,46	0,98
	3er. año	918	1017	21,74	0,25	0,18	0,43

BIBLIOGRAFIA

- ANDRESSEN, R., AGUILAR, F.V. y PETIT, J.C.** 1994. Propuesta metodológica para la evaluación de los posibles efectos de las variaciones del clima sobre los procesos erosivos en la cuenca del río Motatán. Resúmenes 2do. Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Mérida, Venezuela. 74 pp.
- ALTUVE, G. y DAVILA F.M.** 1990. Uso de la tierra y erosión de la cuenca de Nuestra Señora, Quebrada Tostós, Estado Mérida, período 1952-1972. Tesis de Grado. Universidad de los Andes. Instituto de Geografía. Mérida. 120 pp.
- ATAROFF M. y MONASTERIO M.,** 1996. Soil erosion under different management of coffee plantations in the Venezuelan Andes. Soil Technology 118
- AUERSWALD, K.,** 1995. Percolation stability of aggregates from arable topsoils. Soil Science 159 (2):142-148.
- CAGUA, F.A.** 1989. Levantamientos de los suelos y evaluación de los riesgos a la erosión hídrica, en la cuenca media inferior del río Chama, margen derecha. Tesis de Grado. Universidad de los Andes. Instituto de Geografía. Mérida. 93 pp.
- FERNANDEZ, L.** 1994. Evaluación del riesgo de erosión por salpique en suelos de la cuenca alta del río Petaquire. Apuntes Técnicos Palmaven, Palmaven, Caracas, 103 pp.
- KIRKBY, M.I. , R.PC.MORGAN.** 1984. Erosión de suelos. Editorial Limusa. México. 375 pp.
- LIZASO, J.I.** 1980. Erosión laminar bajo diferentes coberturas y pendientes en un palehumunt de las cuencas altas del programa Guanare-Masparro. Tesis de Maestría Centro interamericano de Desarrollo. Integral de Aguas y Tierras. ULA. Mérida.
- LÓPEZ F., R.,** 1991. Aspectos económicos de la conservación de suelos. Serie:Suelos y Clima. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. CIDIAT. Mérida. Venezuela. 34 pp.
- MAZURAK, A.P.,** 1950. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. Soil Sci. 69:135-148.
- MONTESDEOCA, O.L.,** 1989. Evaluación de algunas prácticas culturales conservacionistas, en tierras agrícolas de la región andina venezolana. Tesis de Postgrado,. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. Mérida. 173 pp.
- OLARTE, L.I. MUÑOZ, B.M., BENAVIDES G.E. GARAVITO F.N., LUNA C., MEJIA L. y DE ROZO E.,** 1979. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D.E. 664 pp.

ORTIZ, N.R., 1992. Diseño e introducción de modificaciones en la construcción de terrazas y bancales para una explotación de árboles frutales. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Convenio UNET-CETA. 25 pp.

PAEZ, M. L y PLA, I, 1989. Erodabilidad relativa e índices de erodabilidad en suelos agrícolas de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 37:59-72.

PEREA, J., PACHON, R., y FIERRO A., 1991. Efecto del pastoreo en pastos de corte (*Sacharum sinense* y *Pennisetum purpureúm*) en algunas propiedades físicas y químicas del suelo. Subcuenca Las Ceibas. Alto Magdalena. Suelos Ecuatoriales XI (1):91-98.

PINZON, A.P., 1991. Compactación por ganadería intensiva en algunos suelos del Caquetá (Colombia). Suelos Ecuatoriales XXI (1):105-111

PLA I., 1977. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. U.C.V. Facultad de agronomía. Instituto de Edafología. Maracay. Venezuela 112 pp.

PLA, I., 1990. La degradación de los suelos y el desarrollo agrícola en Venezuela. Agronomía Tropical 40 (1-3):7-27.

SARMIENTO, G., MONASTERIO, M., AZOCAR A., CASTELLANO E. y SILVA J., 1971. VEGETACION NATURAL. Estudio integral de la cuenca de los ríos Chama y Capazón. Inst. de Geografía, ULA, Mérida, Venezuela. Xx pp.

SOLORZANO, G., 1989. Evaluación del material en suspensión en el agua de riego por surcos bajo las condiciones de San Juan de Lagunillas, Edo. Mérida. Agronomía Tropical 39 (1-3): 151-161

TRUMAN, C.C, BRADFORD, J.M .1995. Laboratory determination of interrill soil erodibility. Soil Sci.Soc. Am. J. 59:519-526

USDA. 1970. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA). Versión en español: Agencia para el Desarrollo Internacional. México, 172 pp.

VEGA, J.E., PITTY, A. y BARLETA, H., 1992. Labranza cero en el trópico seco centroamericano. Agricultura de las Américas. Nov-Dic:16-21.

VILLEGAS, S., TORRES C. y JAIMES E. 1994. Estudio de conservación de suelos y aguas de la subcuenca “La Quebrada”, Cuenca media del río Motatán, Edo. Trujillo. Resúmenes 2do. Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas. CIDIAT. Mérida, Venezuela. 193 pp.