

# RIESGOS DE EROSIÓN HÍDRICA BAJO EL USO ACTUAL DE LA TIERRA EN LAS MESAS ORIENTALES DE VENEZUELA

*Water erosion risks under current land use in eastern high plains of Venezuela.*

Jairo Ferrer<sup>1</sup> y Juan Comerma<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros, Telefax: +58+46+318155.

<sup>2</sup> PALMAVÉN S.A., Maracay, Tlf.: 043-418954.

## Resumen

Como parte de un proceso de evaluación de tierras, utilizando el sistema de la FAO, en el área de las Mesas Orientales de Venezuela, se evaluó la cualidad Riesgo de Erosión Hídrica, usando como herramienta metodológica la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE). Para estimar el factor erosividad fueron analizados datos diarios de precipitación de cinco estaciones meteorológicas. El factor erosionabilidad fue estimado con bandejas de erosión en los suelos más representativos. Se realizaron observaciones de campo para fijar la longitud y el gradiente de la pendiente. El factor uso y manejo se estimó en base al porcentaje de cobertura, en los estadios fenológicos de cada cultivo incluido en los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT). Las pérdidas en general fueron bajas, alcanzándose valores de hasta 4,5; 6,6; 12 y 129 Mg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, en las Unidades de Tierra (UT) de Mesas planas, Mesas onduladas, Mesas inclinadas y Mesas disectadas, respectivamente. Los TUT que presentaron menor protección al suelo, (maní, sorgo residuos y yuca de seco) reportaron las mayores pérdidas. Dado el altísimo grado de meteorización de estos suelos, con mineralogía dominada por cuarzo y caolinita, y sus bajísimos niveles de fertilidad inicial, se propone usar como criterio de tolerancia la capacidad de mejoramiento de las capas superiores del suelo en función de los TUT, mediante los aportes de biomasa y nutrientes al suelo. Para ello fueron agrupados en TUT de bajo volumen residual, alto volumen residual y permanentes y densos, tomando en consideración los cultivos incluidos en los TUT. Los TUT en las Mesas planas calificaron mayormente **a1** (bajos problemas de erosión), restringiéndose la valoración con el aumento de la pendiente, hasta llegar a valores de **n** (inaceptables problemas de erosión), en las Mesas disectadas. Consecuentemente los TUT de maní, sorgo residuos y yuca de seco presentaron las valoraciones más restrictivas. Las prácticas conservacionistas propuestas, para llevar las pérdidas a nivel de la tolerancia fueron: siembra en contorno, residuos en superficie, franjas amortiguadoras y barreras vivas. Se proponen los pastos *Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus*, para las barreras vivas y franjas amortiguadoras. Los valores reportados en este trabajo son estimaciones a nivel de UT. Por esta razón si son utilizados en recomendaciones, deben redimensionarse a las condiciones particulares, sobre todo de longitud y gradiente de la pendiente.

**Palabras claves:** Riesgo de erosión, USLE, Tolerancia de pérdida de suelo, Evaluación de Tierras, mesas orientales de Venezuela

## Abstract

Water erosion hazard was evaluated as a land quality in Venezuelan eastern plains using the Universal Soil Loss Equation (USLE). Land quality concepts were applied in terms of the FAO'S land evaluation framework. In the aim to obtain USLE R factor (rainfall erosivity), daily precipitation data were analyzed for five local gages. Soil erodability (USLE K factor) was estimated using erosion trays under greenhouse conditions for representative local soils. Slope length and gradient (to obtain USLE L and S factor) were measured directly in the field. Land use and management (USLE C factor) was estimated on the basis of coverage percentage and phenology stage for each land use type (LUT). In almost all cases, soil losses were low, with values of 4.5; 6.6; 12 y 129 Mg.ha<sup>-1</sup> per year for the different land units (LU): flat, undulated, steep and dissected high plains, respectively. LUTs having the less soil cover (peanut, sorghum residue and rainfed cassava), presented the greatest soil losses. Considering the extreme degree of weathering of the mineral fractions, dominated by quartz and kaolinite, as well as the very low soil fertility levels, it is proposed to use as "Tolerance" the different LUT capacities for improving the upper soil layers characteristics, in terms of biomass and nutrients added. In this sense, LUTs were grouped into: low residual volume, high residual volume, permanent and dense. LUT on the flat high plains were qualified mainly as **a1** (low erosion problems). As the slope gradient was higher, lower aptitude qualifications were obtained, presenting **n** (non acceptable) extreme values in dissected high plains LUTs. Peanut, sorghum residue and rainfed cassava presented the most restrictive qualifications. Proposed soil conservation practices were: mulching, living edges, contour laboring and buffer stripes. *Brachiaria decumbens* and *Andropogon gayanus* are recommended for stripes purposes. Due to the fact that results reported in this work are estimates values, they must be adjusted or calibrated in particular conditions, mainly for slope length and gradient factors.

**Key words:** Water erosion risk, USLE, soil loss tolerance, land evaluation, Venezuelan eastern high plains.

## INTRODUCCIÓN

El Proceso de Evaluación de Tierras permite presentar a los planificadores comparaciones sobre las clases más prometedoras de Utilización de la Tierra (FAO, 1976). Allí el Riesgo de Erosión Hídrica, es base para desarrollar políticas de conservación, cuyo objetivo es mantener la capacidad productiva del suelo a largo plazo.

Normalmente al evaluar el Riesgo de Erosión, usando las directivas de evaluación de tierras (FAO, 1976), se designan como a1 (sumamente aptas), a las Unidades de Tierra (UT) con valores de pérdidas de suelo inferiores a 12 Mg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> (FAO, 1985). Este valor se considera generalmente como la Tolerancia a las pérdidas por erosión que tiene un suelo, no obstante puede reducirse en suelos de poca profundidad, o con materiales parentales más resistentes a la meteorización (Schertz, 1983).

En el presente estudio se pretende evaluar la cualidad Riesgos de Erosión, en los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT) de la zona de Mesas, en el estado Anzoátegui. Así mismo, se plantea determinar la mejor forma de establecer la Tolerancia de pérdida de suelos, para estos suelos calificados como muy pobres desde el punto de vista químico y mineralógico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Descripción general del área*

Geográficamente, la zona de estudio está comprendida entre los paralelos 08° 23' 00" y 08° 41' 30" de latitud norte, y los meridianos 63° 59' 40" y 64° 28' 40" de longitud oeste, y políticamente pertenece al estado Anzoátegui. La extensión del área es de 197.426 ha, con una altitud máxima de 200 msnm. Se presenta un período lluvioso desde mayo hasta octubre, y uno seco desde noviembre hasta abril. El promedio de precipitación es de unos 1010 mm anuales, la temperatura media es de 26,2°C (CORPOVEN-PALMAVEN, 1993). La vegetación natural es de sabanas predominando gramíneas bastante rústicas, los géneros más difundidos son *Trachypogon* y *Axonopus*, de escaso valor nutritivo. Los suelos son de texturas gruesas con adecuadas condiciones físicas y muy bajos niveles de nutrientes, predominado los grandes grupos Kandistults y Haplustox, entre otros.

### *Estimación de los valores de los factores que intervienen en las pérdidas de suelo*

Las pérdidas de suelo (Ps) se estimaron utilizando la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE), la cual se basa en los factores de erosividad de la lluvia (R), erosionabilidad del suelo (K), el gradiente (S) y la longitud (L) de la pendiente, la cobertura (C) sobre el suelo y las prácticas (P) conservacionistas implementadas, según la siguiente ecuación:

$$Ps = R \cdot K \cdot S \cdot L \cdot C \cdot P$$

Para estimar estos factores se usaron datos del estudio de suelos a escala de 1:50.000 (PALMAVEN-MARNR, 1993), y las mediciones hechas en campo e invernadero.

Para el cálculo de (R) se utilizó la ecuación propuesta por Páez *et al.*, (1980). Se trabajó con las estaciones meteorológicas que están dentro del área de influencia del estudio y con un mínimo de 10 años de registros. El factor (K) fue estimado aplicando la metodología descrita por Páez y Pla (1989), a las muestras de los grupos de suelo con mayor dominancia en el área.

Se asignó el valor modal del gradiente y longitud de la pendiente (s y l) a cada Unidad de Tierra (UT). Los factores (S) y (L) fueron calculados según las relaciones propuestas por Wischmeier y Smith (1978).

Para estimar los valores del factor C de los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT), se consideraron los datos aportados por CORPOVEN-PALMAVEN (1993), sobre la densidad y la época de siembra, y el nivel de manejo e insumos aplicados en ellos, y fue aplicado el procedimiento descrito por Wischmeier y Smith (1978). El valor asignado al factor P es de 1, debido a la ausencia de prácticas conservacionistas en los TUT actuales. Se consultaron especialistas en los rubros pertinentes, así como algunos trabajos realizados hasta la fecha en nuestro país (Fernández, 1989; Páez, 1989).

### *Estimación de la tolerancia a las pérdidas de suelo*

Aplicando los criterios de Grossman y Berdanier (1982) y la tabla propuesta por Mannering (1981) a las UT, los valores de tolerancia del área serían mayores a 16 Mg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. No obstante estos criterios están basados en la tolerancia para suelos "ideales" (profundos, fértiles y bien drenados). Este valor puede reducirse en suelos con materiales parentales más resistentes a la meteorización (Schertz, 1983), como es el caso de los suelos estudiados.

Comerma y Chirinos (1977) reportaron valores mayores a 96% de cuarzo y 75% de arcillas tipo caolinita, en todo el perfil hasta 2 m. Con esta mineralogía puede afirmarse, que en dichos suelos se esperaría una velocidad de reposición muy baja.

En definitiva, se tienen suelos extremadamente pobres y con una baja tasa de reposición esperada. Los mismos presentan una delgada capa superficial donde se concentra poca materia orgánica (menos de 1%), y disponibilidad de nutrientes, esto último producto de esa materia orgánica y de la mayor concentración de las enmiendas y fertilizantes provenientes de los TUT. Dado el alto valor de esa capa se plantea que se debe evitar la erosión de ese pequeño estrato superficial del suelo. Ello llevó a proponer las siguientes premisas:

Los TUT presentes y propuestos, emplean una cantidad muy significativa de fertilizantes y enmiendas. Estos insumos incrementan la producción de biomasa de los cultivos, la cual se incorpora al suelo, tanto a nivel de raíces como de parte aé-

rea. Comerma *et al* (1980) reportan, cómo se evidencia este incremento cuando la vegetación nativa es fertilizada.

Se espera que en este proceso mejorarán las condiciones físicas del suelo, como producto de la mayor cobertura y del mayor porcentaje de materia orgánica, mejorando la agregación y la retención de agua. Igualmente se espera que mejorarán los niveles de nutrimentos de los suelos, debido mayormente a la incorporación de calcio, fósforo y potasio provenientes de los TUT, y la mayor capacidad de intercambio catiónico aportada por la materia orgánica.

Lo anterior permite hacer la siguiente consideración: Los TUT mejorarán las condiciones del suelo, principalmente en las capas superficiales, y dicho efecto es diferencial entre los grupos de usos. Esto dependerá del nivel de insumos, mecanización, aporte de biomasa aérea y radical, actividad y profundidad de las raíces del cultivo y de las cubiertas herbáceas que presenten ellos.

Los datos mencionados en el párrafo anterior fueron aportados por CORPOVEN-PALMAVEN (1993), para cada TUT, y se utilizaron como criterio para generar agrupaciones de los TUT.

#### *Criterios y Tablas de valoración*

Se analizó el cuadro para valorar el riego de erosión presentada por la FAO (1985), y fueron fijados los criterios de valoración basándose en las agrupaciones de los TUT resultantes en este estudio.

#### *Diseño de las prácticas conservacionistas*

Para superar las valoraciones restrictivas (menores de a1), en las armonizaciones UT/TUT, se proponen algunas prácticas de manejo conservacionista. Para el diseño de éstas se utilizaron los criterios expuestos por Páez (1989a), y se usaron las curvas propuestas por Tejada y Rodríguez (1989) y las de Wischmeier y Smith (1978), para estimar la cantidad de residuos ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### *Estimación de las pérdidas de suelo*

En los cuadros 1 y 2 se presentan los valores de los factores de la USLE, obtenidos en el área. Los datos de R fueron promediados, considerando que los valores de cada estación fueron bastante similares, oscilando en el rango de moderado según la clasificación de Páez (1989). Así mismo, los valores de K fueron bajos en todos los casos. Los datos anteriores concuerdan con los reportados por Páez *et al* (1980), Páez *et al* (1989) y Páez y Pla (1989), quienes trabajaron con el potencial erosivo de la lluvia (R) y con suelos de la misma zona (K). Los valores de C están acorde con los revisados en la literatura (Roose, 1977; Páez, 1989; Páez *et al*, 1989). Los de frutales aún cuando son bajos, están por encima de los reportados, lo

cual se debe a que solo se consideraron diez años en los cálculos.

Los datos de las pérdidas de suelo para cada TUT en cada UT se presentan en el cuadro 3. El TUT de yuca de secano alcanzó los valores máximos de 4,5; 6,6; 12 y  $129 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , en las UT de mesas planas (MP), mesas onduladas (MO), mesas inclinadas (MI) y mesas disectadas (MD), respectivamente. Se refleja la influencia de la época de siembra. La yuca de secano y el sorgo con residuos, sembrados a entradas de lluvias, presentan mayores valores de pérdidas, que la yuca de riego y el sorgo de semilla, sembradas a salidas de lluvias. Ello por que los primeros mantienen el suelo descubierto en el momento de ocurrencia de la mayor precipitación.

En general, los valores de pérdidas de suelo son bajos, producto de la relación de los factores de la USLE, elevándose en la UT de mesas disectadas, lo que se puede relacionar con el aumento del gradiente de la pendiente.

#### *Estimación de la Tolerancia a las pérdidas de suelo*

Los TUT fueron analizados en base a los criterios descritos en la metodología, y se agruparon de la siguiente forma:

- 1) Bajo volumen residual: Patilla, melón, yuca, maní y piña.
- 2) Alto volumen residual: Sorgo, batata, frijol y quinchoncho.
- 3) Permanentes y densos: Mango, merrey, guanábana, guayaba, lima tahití, parchita y pasto natural.

Así mismo se estimaron valores de 15, 20 y 30 cm de profundidad del suelo afectada, para los grupos 1, 2 y 3 respectivamente. Para tratar de preservar de la erosión a esos espesores, se propone utilizarlos como criterio para fijar la tolerancia. Se confrontaron así los 15, 20 y 30 cm, con los valores propuestos por Mannering (1981). De ese cálculo se obtuvieron las tolerancias de 2,5; 3 y  $5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , para los grupos 1, 2 y 3, respectivamente.

Estas tolerancias se utilizaron para generar los criterios de valoración del riesgo de erosión, en cada grupo de TUT. Para ello se usó el criterio general presente en el cuadro 4. Dicho criterio fue obtenido al analizar el cuadro de valoración presentado por la FAO (1985). En el cuadro 4, se presentan igualmente los criterios de valoración del riesgo de erosión usados en este estudio, los cuales son distintos para cada grupo de TUT.

#### *Valoraciones de los tipos de utilización de la tierra sin prácticas conservacionistas*

Las valoraciones de los TUT en las UT, sin el diseño de prácticas conservacionistas se presentan en el cuadro 5. Las UT de MP, en líneas generales, presentan valoraciones de a1 (bajos problemas). Solamente los cultivos de sorgo con residuos, maní y yuca de secano tienen un a2 (moderados problemas), en algunas UT de MP. Ello se debe a los menores valo-

**Cuadro 1.** Resumen de los factores R, K, S y L de la ecuación universal de pérdidas de suelo en cada unidad de tierra.

UT	R	K	s	S	I	L
MP1	7900	0,00890	0,5	0,0689	500	1,86770
MP2	7900	0,00890	0,5	0,0689	400	1,78619
MP3	7900	0,00520	1	0,0761	300	1,78619
MP4	7900	0,00024	0,5	0,0689	400	1,78619
MP5	7900	0,00890	0,5	0,0689	400	1,78619
MP6	7900	0,00474	0,5	0,0689	200	1,55497
MO11	7900	0,00520	2	0,1001	100	1,57497
MO12	7900	0,00024	2	0,1001	400	2,38721
MO13	7900	0,00890	2	0,1001	100	1,57497
MO21	7900	0,00520	3	0,1372	100	1,57497
MO22	7900	0,00509	3	0,1372	400	2,38721
Mi1	7900	0,00890	4	0,1872	100	1,83244
Mi2	7900	0,00525	4	0,1872	200	2,17202
Mi3	7900	0,00611	4	0,1872	100	1,83244
Md1	7900	0,00497	8	0,5174	100	2,13201
Md2	7900	0,00890	15	1,5374	100	2,39694
V	7900	0,00424	1	0,0761	150	1,42343

UT = Unidad de tierra; MP = Mesa plana; MO = Mesa ondulada; Mi = Mesa inclinada; Md = Mesa disectada; V = Valle; R = Erosividad de la lluvia ( $Mj.mm.ha^{-1}.h^{-1}.año^{-1}$ ); K = Erosionabilidad del suelo ( $Mg.ha.h.Mj^{-1}.mm^{-1}.ha^{-1}.año^{-1}$ ); s = Gradiente (%); S = Factor gradiente de la pendiente; I = Longitud (m); L = Factor longitud de la pendiente.

res de C producto de sus bajas coberturas (Cuadro 2).

En las unidades de MI, las valoraciones son más restrictivas, comenzándose a notar el efecto negativo del gradiente de la pendiente (s). En las unidades de MD, este efecto es aún mayor. Así, en la MD1, muy pocos cultivos pueden ser manejados eficientemente, apareciendo valoraciones n (inaceptables problemas), y en la MD2 las mismas son muy frecuentes, y el total de usos es seriamente afectado en sus va-

loraciones.

En las UT de MO un mayor número de TUT presenta valoraciones de a2, y la yuca en secano presenta a3 (severos problemas). Algunas de estas UT de MO son similares o de mejor valoración, que tres UT de la MP. Lo anterior se debe a que las UT de MO11 y MO21, presentan una disminución bastante alta de la longitud de la pendiente, 100 m respecto a 400 o 500 m de las otras UT (Cuadro 1).

**Cuadro 2.** Resumen del factor cobertura y manejo de la ecuación universal de pérdidas de suelo en cada tipo de utilización de la tierra.

TUT	C
Yuca Secano	0,50
Yuca Riego	0,28
Parchita	0,22
Frutales	0,12
Maní	0,37
Patilla	0,12
Batata	0,20
Piña	0,24
Quinchoncho	0,33
Melón	0,12
Sorgo Residuos	0,45
Sorgo Semilla	0,03
Frijol	0,28
Pasto Natural	0,10

TUT= Tipo de Utilización de la Tierra; C = Factor Cobertura y Manejo del Cultivo.

**Cuadro 3.** Pérdidas de suelo de los tipos de utilización de la tierra en las unidades de tierra ( $Mg.ha^{-1}.año^{-1}$ ).

TUT/UT	Mesas planas						Mesas onduladas					Mesas inclinadas			Mesas disectadas	Valle	
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MO11	MO12	MO13	MO21	MO22	Mi1	Mi2	Mi3	Md1	Md2	V
BATATA	1,8	1,7	1,1	0,1	1,7	0,8	1,3	0,1	2,2	1,8	2,6	4,8	3,4	3,3	8,6	52	0,7
FRIJOL	2,5	2,4	1,6	0,1	2,4	1,1	1,8	0,1	3,1	2,5	3,7	6,8	4,7	4,6	12	73	1,0
FRUTALES	1,1	1,0	0,7	0,0	1,0	0,5	0,8	0,1	1,3	1,1	1,6	2,9	2,0	2,0	5,1	31	0,4
MANI	3,3	3,2	2,1	0,1	3,2	1,5	2,4	0,2	4,1	3,3	4,9	8,9	6,2	6,1	16	96	1,3
PA/ME	1,1	1,0	0,7	0,0	1,0	0,5	0,8	0,1	1,3	1,1	1,6	2,9	2,0	2,0	5,1	31	0,4
PIÑA	2,1	2,0	1,3	0,1	2,5	1,0	1,6	0,1	2,7	2,1	3,2	5,7	4,1	4,0	10	62	0,9
PARCHITA	2,0	1,9	1,2	0,1	1,9	0,9	1,4	0,1	2,4	2,0	2,9	5,3	3,7	3,6	10	56	0,8
QUINCHONCHO	3,0	2,9	1,8	0,1	2,9	1,3	2,1	0,2	3,7	2,9	4,4	8,0	5,6	5,5	14	86	1,2
SORG/R	4,1	3,9	2,5	0,1	3,9	1,8	2,9	0,2	5,0	4,0	5,9	10,8	7,6	7,5	19	116	1,6
SORG/S	0,3	0,3	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,0	0,3	0,3	0,4	0,8	0,5	0,5	1,3	7,8	0,1
YUCA/S	4,5	4,3	2,8	0,1	4,3	2,0	3,2	0,2	5,5	4,4	6,6	12,0	8,4	8,3	22	129	1,8
YUCA/R	2,5	2,4	1,6	0,1	2,4	1,1	1,8	0,1	3,1	2,5	3,7	6,7	4,7	4,6	12	73	1,0
PASTO/N	0,9	0,9	0,6	0,0	0,9	0,4	0,7	0,5	1,1	0,9	1,3	2,4	1,7	1,7	4,3	26	0,4

UT= Unidad de tierra; MP= Mesa plana; MO= Mesa ondulada; Mi= Mesa inclinada; Md= Mesa disectada; V= Valle; TUT= Tipo de utilización de la tierra; PA/ME= Patilla/Melón; SORG/R= Sorgo con residuos (soca); SORG/S= Sorgo semilla; YUCA/S= Yuca de secano; YUCA/R= Yuca con riego; PASTO/N= Pasto natural.

**Cuadro 4.** Criterios de valoración del riesgo de erosión (Mg. ha.año<sup>-1</sup>).

Valoración	Criterio general	BVR	AVR	POD
a1	≤ T	2,5	3	5
a2	> (T-2T)	2,5 - 5	3 - 6	5 - 10
a3	> (2T-4T)	5 - 10	6 - 12	10 - 20
n	> 4T	10	12	20

a1= Bajos problemas de erosión; a2= Moderados problemas de erosión; a3= Severos problemas de erosión; n= Inaceptables problemas de erosión; T= Tolerancia a las pérdidas de suelo.(Mg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>); BVR= Bajo volumen residual; AVR= Alto volumen residual; POD= Permanentes o densos.

*Prácticas de conservación (P) y valoraciones finales de los tipos de utilización de la tierra*

Las prácticas consideradas pertinentes para mejorar las limitaciones son: la siembra en contorno, la aplicación de residuos vegetales que cubran la superficie del suelo, la construcción de franjas amortiguadoras (6 m ancho) para cortar la longitud de la pendiente (1), y el uso de barreras vivas (2 m ancho), para disminuir el escurrimiento. Estas prácticas conservacionistas fueron diseñadas en las armonizaciones UT vs TUT que presentaron una valoración de a2, a3 y n.

Las UT de MD fueron definidas para usos recreativos y conservacionistas en las premisas iniciales del estudio de Evaluación HAMACA 400 (CORPOVEN-PALMAVEN, 1993). Debido a la implementación de esa restricción del uso, no se consideró necesario el diseño de prácticas conservacionistas en esas unidades de tierra en el presente estudio.

En los cuadros 6a y 6b se presentan las prácticas de conservación propuestas, obteniéndose para algunos TUT dos opciones para superar el problema. Esto se plantea con el propósito de que se pueda seleccionar la alternativa más adecuada,

teniendo que evaluar para ello los costos y la facilidad de aceptación por parte del productor.

Se puede afirmar, que a medida que aumenta el gradiente de la pendiente (s) en las unidades de tierra (UT), es necesario intensificar el nivel de las prácticas. Por consiguiente, se pasa de 0,5 Mg.ha<sup>-1</sup> de residuos, generalmente necesarios en las MP, hasta 1,6 Mg.ha<sup>-1</sup> en las MI. En esa misma secuencia de UT, se pasa de una franja amortiguadora cada 122 m, hasta, una franja cada 91 m, más la necesidad de realizar barreras vivas entre ellas. Así mismo, los TUT mencionados que protegen menos al suelo de la lluvia, requirieron una mayor intensidad de prácticas.

Las valoraciones finales de los TUT en las UT de mesas planas, mesas onduladas y mesas inclinadas, luego de diseñadas las prácticas conservacionistas respectivas, fueron de a1 en todas las armonizaciones.

### CONCLUSIONES

La metodología utilizada para estimar pérdidas de suelo, utilizando la USLE como herramienta, parece ser adecuada para valorar la cualidad riesgo de erosión hídrica, en la zona de las mesas orientales de Venezuela, para los cultivos de secano, frutales y pastos, en vista de que las variaciones en los resultados obtenidos son explicadas eficientemente por los factores que intervienen en dicha metodología.

Los valores de pérdidas de suelo en términos generales son moderadamente bajos. Sin embargo, los TUT menos protectores del suelo como maní, sorgo con residuos y yuca de secano, deben ser manejados con prácticas conservacionistas.

**Cuadro 5.** Valoración de los tipos de utilización de la tierra en las unidades de tierra (sin prácticas conservacionistas).

TUT/UT	Mesas planas			Mesas onduladas			Mesas inclinadas		Mesas disectadas		Valle	
	MP1/MP2/MP5	MP3	MP4/MP6	MO11	MO12	MO13/MO22	MO21	Mi1	Mi2/Mi3	Md1		Md2
BATATA	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a2	a3	n	a1
FRIJOL	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a3	a2	a3	n	a1
FRUTALES	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a2	n	a1
MANI	a2	a1	a1	a1	a1	a2	a2	a3	a3	n	n	a1
PA/ME	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a2	a1	a3	n	a1
PIÑA	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a3	a2	a3	n	a1
PARCH	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a2	n	a1
QUINCH	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a3	a2	n	n	a1
SORG/R	a2	a1	a1	a1	a1	a2	a2	a3	a3	n	n	a1
SORG/S	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a1
YUCA/S	a2	a2	a1	a2	a1	a2	a2	n	a3	n	n	a1
YUCA/R	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a3	a2	n	n	a1
PASTO/N	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	n	a1

a1 = Bajos problemas de erosión; a2 = Moderados problemas de erosión; a3 = Severos problemas de erosión; n = Inaceptables problemas de erosión; UT= Unidad de tierra; MP= Mesa plana; MO= Mesa ondulada; Mi= Mesa inclinada; Md= Mesa disectada; V= Valle; TUT= Tipo de utilización de la tierra; PA/ME= Patilla, melón; PARCH= Parchita; QUINCH= Quinchoncho; SORG/R= Sorgo con residuos (soca); SORG/S= Sorgo semilla; YUCA/S = Yuca de secano; YUCA/R= Yuca con riego; PASTO/N= Pasto natural.

**Cuadro 6 a.** Prácticas conservacionistas propuestas.

UT	TUT	Prácticas	Pasto (%)	Residuos (Mg.ha <sup>-1</sup> )
MP1	Maní	S. Contorno	45	
MP2	Sorgo residuos	FA cada 122 m		
MP5	Yuca secano	Residuos	0	5
MP3	Yuca secano	S. Contorno	2	
		FA cada 200 m		
		Residuos		4
MO11	Yuca secano	S. Contorno	6	
		FA cada 130 m		
		Residuos		5
MO13	Frijol	Residuos		4
	Piña	S. Contorno	6	
		FA cada 122 m		
	Maní	Residuos		5
	Quinchoncho	S. Contorno	6	
	Sorgo residuos	FA cada 122 m		
	Yuca riego			
	Yuca secano	Residuos		5
		S. Contorno	6	
		FA cada 122 m		
		Residuos		2
MO21	Maní	Residuos		5
	Sorgo residuos	S. Contorno	6	
	Yuca secano	FA cada 91 m		
MO22	Frijol	S. Contorno	3	
		FA cada 200 m		
	Piña	Residuos		0.5
	Maní	S. Contorno	6	
	Sorgo residuos	FA cada 91 m		
	Yuca secano	Residuos		5
	Yuca riego	S. Contorno	6	
		FA cada 100 m		
		Residuos		5

UT= Unidad de tierra; MP= Mesa plana; MO= Mesa ondulada; TUT= Tipo de utilización de la tierra; S. Contorno = Siembra en contorno; FA= Franja amortiguadora(6 m ancho);BV= Barrera viva(2 m ancho); Residuos = Restos del barbecho que se dejan sin incorporar; Pasto = Representa el porcentaje de área cubierta con pasto, de las estructuras FA y/o BV.

Se espera que al utilizar los niveles de tolerancia propuestos, se logre mejorar y mantener la productividad de los TUT en las UT.

Las prácticas conservacionistas necesarias en el área, son de fácil implantación, ya que las mismas se refieren básicamente a la siembra en contorno, uso de residuos en superficie, franjas amortiguadoras y barreras vivas.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda que los distanciamientos entre las estructuras diseñadas, la cantidad de residuos, y la intensidad de las prácticas expuestas, no se deben extrapolar directamente a las condiciones del campo. Ello se debe a que el objetivo de este estudio es evaluar solamente a nivel de Unidades de Tierra. Por esta razón, es importante rediseñar estas prácticas y

ajustarlas eficientemente a los datos de cada unidad de producción.

**Cuadro 6 b.** Prácticas conservacionistas propuestas.

UT	TUT	Prácticas	Pasto (%)	Residuos (Mg.ha <sup>-1</sup> )
Mi1	Batata	S. Contorno	6	
	Frijol	FA cada 91 m		
	Patilla	Residuos		0.5
	Melón			
	Parchita			
	Piña	Residuos		7
	Quinchoncho			
		S. Contorno		
	Yuca riego	FA cada 91 m	6	
		BV cada 30 m	4	
	Maní	Residuos		11
	Sorgo residuos	S. Contorno		
		FA cada 91 m	6	
		BV cada 30 m	4	
	Yuca secano	Residuos		16
		S. Contorno		
		FA cada 91 m	6	
		BV cada 30 m	4	
Mi2/Mi3	Frijol	Residuos		5
	Batata	S. Contorno	6	
	Piña	FA cada 91 m		
	Quinchoncho			
	Yuca riego			
	Maní	Residuos		5
	Sorgo residuos	S. Contorno		
	Yuca secano	FA cada 91 m	6	
		BV cada 30 m	4	

UT= Unidad de tierra; Mi= Mesa inclinada; TUT= Tipo de utilización de la tierra; S. Contorno = Siembra en contorno; FA= Franja amortiguadora(6 m ancho);BV= Barrera viva(2 m ancho); Residuos = Restos del barbecho que se dejan sin incorporar; Pasto = Representa el porcentaje de área cubierta con pasto, de las estructuras FA y/o BV.

Es importante profundizar en la hipótesis del mejoramiento de las capas superficiales del suelo por los TUT, realizar investigaciones de campo en la zona de las mesas orientales venezolanas, y así obtener valores más precisos de dichos mejoramientos.

Determinar con la ayuda de los expertos en cada rubro, los cambios en la cobertura de los cultivos según su condición fenológica y el nivel de insumos aplicados.

### LITERATURA CITADA

- Comerma, J. y A. Chirinos.** 1977. Características de algunos suelos con y sin horizonte argílico, en la Mesas Orientales de Venezuela. *Agronomía Tropical*. 28 (2): 181-206.
- Comerma, J., O. Luque, y J. Tenia.** 1980. Aportes de Materia Orgánica por la vegetación nativa a suelos de la mesa de Guanipa, estado Anzoátegui. *Memorias del VI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo*. Guanare, pp. 235-

- CORPOVEN-PALMAVEN.** 1993. Proyecto Hamaca, Estrategias para el uso de la tierra. Informe de Evaluación de tierras. San Tomé, Anzoátegui. 150 p.
- FAO.** 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de suelos N° 32. 79 p.
- FAO.** 1985. Directivas: evaluación de tierras para agricultura de secano. Roma. 228 p.
- FAO.** 1990. Evaluación de tierras para la agricultura de regadío: Directivas. Boletín de suelos. 188 p.
- Fernández, N.** 1989. Evaluación de prácticas de conservación de suelos en cultivos hortícolas. Alcance N° 37 Revista Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. pp. 87-96.
- Grossman, R. y C. Berdanier.** 1982. Erosion tolerance for cropland application of the soil survey data base. *In* ASA y SSSA (ed). Determinants of soil loss tolerance. pp 113-130.
- Mannering, J.** 1981. The use of soil loss tolerances as a strategy for soil conservation. *In* Soil Conservation problems and prospects. Morgan (ed). John Willey and Sons. Chichester (England). pp 337-349.
- Páez, M.** 1989. Diseño de prácticas de conservación con la ecuación universal de pérdidas de suelo. CIDIAT, Mérida.
- Páez, M. y I. Pla.** 1989. Erodabilidad relativa e índices de erodabilidad en suelos agrícolas de Venezuela. Alcance 37 de la Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. pp. 59-72.
- Páez, M., R. Guarisma, y O. Rodríguez.** 1980. Distribución espacial y estacional del potencial erosivo de la lluvia en la zona de Bosque Seco Tropical. X Jornadas Agronómicas. San Cristóbal.
- Páez, M., O. Rodríguez y J. Lizaso.** 1989. Potencial erosivo de la precipitación en tierras agrícolas de Venezuela. Alcance N° 37 Revista Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- PALMAVEN-MARNR.** 1993. Estudio de suelos preliminar sur del estado Anzoátegui. San Tome, Anzoátegui. 180 p.
- Roose, E.** 1977. Erosion et ruissellement en Afrique de L'ouest. Travaux et document de L'Orstom. 108 p.
- Schertz, B.** 1983. The basis for soil loss tolerance. *J. of Soil & Water* 38 (1): 39-44.
- Tejada, B. y O. Rodríguez.** 1989. Metodologías para evaluar la cobertura de residuos en el control de la erosión. Alcance N° 37 Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. pp 149-167.
- Wischmeier, W. y D. Smith.** 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA Agric. Handbook, N° 537.
-