

CONTROL DE LA EROSIÓN EN LOS TALUDES DE BANCALES, EN TERRENOS CON FUERTES PENDIENTES

V.H. DURAN ZUAZO¹, A. MARTINEZ-RAYA¹, J. AGUILAR RUIZ²

¹ Centro de Investigación y Formación Agraria de Granada. Apdo. 2027. 18080-Granada
E-mail; victorhugo@eudoramail.com

² Dpto. de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada. C/Severo Ochoa s/n
Granada

Abstract. The sediment production and runoff is evaluated, during two years (1999-2000) in the talus of the terraces, in areas of intense subtropical fruit farming activity, in the South Eastern Spain region, with erosion plots, located in the own talus with a 16 m² of area, in a mean slope of 65° (214%), to an altitude of 180 m. The research is determining the effectively of vegetal covers, in the control of the erosion and runoff, of the *Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis* and *Salvia officinalis* L., being reduced the runoff in 40 and 30 % respectively respect to a consisting of bare soil control, without natural vegetation. The infiltration of the rainfall was increased by effect of the covers and specially the conservation and protection of the terraces. The reduction of the sediment production by effect of the *Thymus* and *Salvia* was of 63 and 54% respectively, respect to the one of bare soil. The results obtained in the present work show the important paper and the effectiveness of the vegetal covers in the soil conservation in the terraces, of the erosion its talus.

Key Words: Erosion, talus, conservation of soils, erosion plots, and vegetable covers

Resumen. Se evalúa la producción de sedimentos y escorrentía, durante dos años en los taludes de banales, en zonas de intensa actividad frutícola subtropical, localizados en el sudeste peninsular español, con parcelas cerradas de erosión, localizadas en los propios taludes con una superficie de 16 m², con una pendiente media de 65° (214%), situadas a una altitud de 180 m. La investigación ha determinado la efectividad de las cubiertas vegetales en el control de la erosión y escorrentía de: *Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis* y *Salvia officinalis* L., reduciéndose la escorrentía en un 40 y 30 % respectivamente con respecto a un control consistente en suelo desnudo sin vegetación natural. Así, se incrementó la infiltración del agua de lluvia y la protección de la terraza por efecto de las cubiertas vegetales. La reducción de la producción de sedimentos por efecto del tomillo y la salvia fue de un 63 y 54% respectivamente, con respecto al de suelo desnudo. Los resultados del presente trabajo demuestran la efectividad de las cubiertas vegetales en la conservación de los suelos de los taludes.

Palabras clave: Erosión, taludes, conservación de banales, parcelas cerradas, cubiertas vegetales.

INTRODUCCIÓN

El continuado y persistente deterioro del medio natural, producido por actuaciones del hombre sobre los ecosistemas áridos y semiáridos de la España mediterránea, sobre todo en las tierras del sudeste, ha ocasionado una fuerte regresión de la vegetación natural, hacia formaciones degradadas y muy abiertas, alejadas del óptimo biológico, que no protegen al suelo de la intensa erosión hídrica.

La agricultura clásica en secano tradicional, en la cual se han explotado por muchos años los suelos situados en elevadas pendientes, ha originado una degradación física continua del solum por la erosión. En la actualidad además de continuar con esta práctica, se han construido bancales o terrazas en ocasiones muy costosas, introduciendo modificaciones importantes en el perfil del suelo. La presencia de taludes sin protección vegetal ha ocasionado la destrucción de estas estructuras por la erosión. En ellas se ha establecido una agricultura intensiva de regadío de cultivos subtropicales, fundamentalmente de mango (*Mangifera indica* L.), aguacate (*Persea americana* Mill), níspero (*Eriobotryum japonica* L.), chirimoyo (*Annona cherimolia* L.) y otros.

En el estudio de los efectos y procesos debidos a la erosión hídrica, es fundamental el método de evaluación, para prever y modelizar los fenómenos de erosión. El método de la parcela cerrada para la evaluación directa en el campo, es uno de los más eficaces para cualificar y cuantificar el fenómeno de la erosión producida por el agua (Francia et al., 2000; Martínez-Raya, 1996; Albadalejo y Stocking, 1989; Albadalejo et al., 1990; Zobisch et al., 1996; Soto et al., 1995; Rubio, 1984).

Asimismo, el control biológico de la erosión por medio de cubiertas vegetales es imprescindible para la regulación de la producción de sedimentos y escorrentía

(Martínez-Raya, 1993; Andreu et al., 1998; Francis y Thornes, 1990).

El presente estudio además de tratar la protección de bancales, evalúa la aplicación de cubiertas vegetales con un posible aprovechamiento con fines medicinales, melífero y aromático, y por lo tanto el empleo de la superficie de suelo de los taludes con fines agrícolas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realiza en la finca experimental "El Zahorí", en la región de Almuñécar (Granada), en ella se encuentran localizadas plantaciones de cultivos subtropicales en bancales o terrazas con longitudes entre los 100-160 m, ancho de 2-3 m y una altura (del talud) de 3-5 m. Los suelos de la zona de estudio corresponden dentro de la clasificación (Soil Survey Staff, 1999) a Xerorthent típicos o Regosoles eutríticos (FAO, 1998)(Mapa de suelos Motril, 1986). La precipitación media de la zona es de 442,0 mm. Las parcelas se encuentran localizadas en los propios taludes en una pendiente media de 65°, superficie de 16 m² (4m x 4m) y a una altitud de 180 m. Cada parcela consta de un cierre de chapa galvanizada, cajón colector y un tanque bidón que recoge las aguas de escorrentía. Las parcelas cerradas son en número de tres, dos con cubierta vegetal de plantas aromáticas de *Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis* y *Salvia officinalis* L. y una tercera consistente en suelo desnudo sin vegetación natural. El marco de plantación de las plantas en las parcelas fue 30 x 30 cm, aproximadamente un total de 140 plantas de tomillo y salvia por parcela. El porcentaje de cobertura vegetal fue del 70-75 % en ambos casos.

Para la medida de datos climáticos se contó con una estación meteorológica ubicada a 80 m de las parcelas. Las pérdidas de suelo se expresan en g m⁻², por evento y se refieren a suelo seco a 105° C (MAPA, 1971)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron datos acerca de la producción de sedimentos y escorrentía durante dos años naturales de enero de 1999 a diciembre de 2000, alcanzando un total de 36 eventos erosivos. Se pone de manifiesto que las cubiertas vegetales, actúan como agentes amortiguadores del impacto mecánico que producen las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, facilitando así la infiltración del agua hacia su interior, de tal forma que se modifica el balance hídrico del suelo. En las tablas 1 y 2 se presentan los volúmenes totales de escorrentía en cada año de estudio, y los porcentajes respecto al total de lluvia interceptada por parcela mensualmente.

Se puede apreciar de los resultados obtenidos, el efecto favorable producido en la conservación del suelo y disminución de la escorrentía superficial, con la ventaja de que el mismo aumentó con el transcurso del tiempo debido al desarrollo de la cubierta vegetal, influyendo de una manera notable. Sin embargo, factores como la intensidad y cantidad de la lluvia, y la pendiente entre otros, pueden afectar notablemente la infiltración (Thornes, 1995; Yair, 1996).

La escorrentía producida en la parcela con suelo desnudo sin vegetación natural

durante los dos años fue superior al de las parcelas con cubierta vegetal. La salvia y tomillo redujeron la escorrentía en un 26 y 41 % en el año 1999 y en un 34 y 38 % en el 2000, respectivamente, con respecto a la de suelo desnudo. Se aprecia que el efecto global de la cubierta vegetal en la reducción media de la escorrentía por tomillo fue del 40% y por la salvia del 30% con respecto a la parcela de suelo desnudo.

Los meses con mayor precipitación en la zona fueron de octubre (1999) con 159,3 mm y diciembre (2000) con 196,5 mm, con más intensidad en este último año, por lo que la escorrentía se duplicó con respecto a la del año anterior.

Con la reducción de la escorrentía, la tasa de infiltración media fue mayor en la parcela con cubiertas, especialmente en la de tomillo.

Asimismo, el transporte de sólidos muestra que las variaciones producidas, por efecto de una u otra cubierta vegetal, han influenciado en la disminución de la erosionabilidad del suelo. Las tablas 3 y 4 presentan la cantidad de suelo erosionado mensualmente por las lluvias. Al igual que las aguas de escorrentía, la producción de sedimentos están en función de varios factores y en nuestro caso, uno muy particular, como es la pendiente de los taludes alcanzando un valor medio de 65°.

TABLA 1: Balance del agua de lluvia erosiva interceptada por las parcelas cerradas en el año 1999

MES	Lluvia (mm)	Lluvia interc. parcela (l)	Parcela con Salvia officinalis L.				Parcela con Thymus serpylloides ssp Gadorensis				Parcela con suelo desnudo sin cubierta vegetal			
			Esc. (l)	Vol. (%)	Esc. (mm)	Infil. (mm)	Esc. (l)	Vol. (%)	Esc. (mm)	Infil. (mm)	Esc. (l)	Vol. (%)	Esc. (mm)	Infil. (mm)
I	35,1	561,6	46,0	8,2	2,88	32,2	52,4	9,3	3,28	31,8	57,8	10,3	3,61	31,5
II	16,5	264,0	14,0	5,3	0,88	15,6	13,7	5,2	0,86	15,6	17,1	6,5	1,07	15,4
III	42,6	681,6	78,9	11,8	4,93	37,7	75,7	11,1	4,73	37,9	85,4	12,5	5,34	37,3
IV	5,6	89,6	8,8	9,8	0,55	5,1	9,0	10,0	0,56	5,0	9,7	10,8	0,61	5,0
IX	42,9	686,4	70,0	10,2	4,38	38,5	45,0	6,6	2,81	40,1	93,0	13,6	5,81	37,1
X	159,3	2548,8	233,0	9,1	14,56	144,7	179,0	7,0	11,19	148,1	329,5	12,9	20,59	138,7
XI	86,4	1382,4	148,0	10,7	9,25	77,2	115,0	8,3	7,19	79,2	219,0	15,8	13,69	72,7
XII	53,7	859,2	78,0	9,1	4,88	48,8	55,0	6,4	3,44	50,3	109,0	12,7	6,81	46,9
Total	442,1	7073,6	676,7	9,6	42,29	399,8	544,8	7,7	34,05	408,1	920,5	13,0	57,53	384,6

TABLA 2. Balance del agua de lluvia erosiva interceptada por las parcelas cerradas en el año 2000.

MES	Lluvia (mm)	Lluvia interc. parcela (l)	Parcela con Salvia officinalis L.				Parcela con Thymus serpylloides ssp Gadorensis				Parcela con suelo desnudo sin cubierta vegetal			
			Esc. (l)	Vol. (%)	Esc. (mm)	Infil. (mm)	Esc. (l)	Vol. (%)	Esc. (mm)	Infil. (mm)	Esc. (l)	Vol. (%)	Esc. (mm)	Infil. (mm)
I	32,1	513,6	45,0	8,8	2,81	29,3	50,0	9,7	3,13	29,0	81,0	15,8	5,06	27,0
III	23,0	368,0	18,0	4,9	1,13	21,9	13,0	3,5	0,81	22,2	21,0	5,7	1,31	21,7
IV	84,4	1350,4	321,0	23,8	20,06	64,3	317,0	23,5	19,81	64,6	476,0	35,2	29,75	54,7
V	65,4	1046,4	208,0	19,9	13,00	52,4	180,0	17,2	11,25	54,2	261,0	24,9	16,31	49,1
X	77,5	1240,0	128,8	10,4	8,05	69,5	122,5	9,9	7,66	69,8	202,6	16,3	12,66	64,8
XII	196,5	3144,0	409,2	13,0	25,58	170,9	376,3	12,0	23,52	173,0	664,6	21,1	41,54	155,0
Total	478,9	7662,4	1130,0	14,7	70,63	408,3	1058	13,8	66,18	412,7	1706,2	22,3	106,6	372,3

TABLA 3. Producción de sedimentos provocados por las lluvias erosivas en el año 1999.

MES	Lluvia (mm)	Lluvia interc. parcela (l)	Parcela con Salvia officinalis L.		Parcela con Thymus serpylloides ssp Gadorensis		Parcela con suelo desnudo sin cubierta vegetal	
			Sec. parcela (g)	Sed. (g m ⁻²)	Sec. parcela (g)	Sed. (g m ⁻²)	Sec. parcela (g)	Sed. (g m ⁻²)
I	35,1	561,6	198,1	12,4	229,2	14,3	300,6	18,8
II	16,5	264,0	101,9	6,4	105,7	6,6	129,2	8,1
III	42,6	681,6	575,5	36,0	476,8	29,8	730,9	45,7
IV	5,6	89,6	12,1	0,8	14,1	0,9	20,6	1,3
IX	42,9	686,4	567,6	35,5	324,9	20,3	914,2	57,1
X	159,3	2548,8	2387,6	149,2	1400,7	87,5	4527,7	283,0
XI	86,4	1382,4	1134,1	70,9	1390,6	86,9	4246,6	265,4
XII	53,7	859,2	550,0	34,4	369,0	23,1	1375,6	86,0
Total	442,1	7073,6	5526,9	345,4	4311,0	269,4	12245,4	765,3

TABLA 4. Producción de sedimentos provocados por las lluvias erosivas en el año 2000.

MES	Lluvia (mm)	Lluvia interc. parcela (l)	Parcela con Salvia officinalis L.		Parcela con Thymus serpylloides ssp Gadorensis		Parcela con suelo desnudo sin cubierta vegetal	
			Sec. parcela (g)	Sed. (g m ⁻²)	Sec. parcela (g)	Sed. (g m ⁻²)	Sec. parcela (g)	Sed. (g m ⁻²)
I	32,1	513,6	484,2	30,3	536,5	33,5	1266,0	79,1
III	23,0	368,0	7,3	0,5	16,4	1,0	29,4	1,8
IV	84,4	1350,4	850,8	53,2	553,1	34,6	2296,6	143,5
V	65,4	1046,4	645,5	40,3	491,2	30,7	941,2	58,8
X	77,5	1240,0	222,1	13,9	351,7	22,0	1580,1	98,8
XII	196,5	3144,0	5363,9	335,2	4453,2	278,3	10376,8	648,5
Total	478,9	7662,4	7573,8	473,4	6402,1	400,1	16490,1	1030,5

Así, los sedimentos generados en las parcelas por cada evento erosivo fueron mayores

en la de suelo desnudo sin vegetación natural. En las parcelas de tomillo y salvia se redujo

el transporte de sedimentos durante el año 1999 en 65 y 55%, y para el año 2000 en 61 y 54%, respectivamente, con relación al control de suelo desnudo.

Similar a la escorrentía, en los meses que más se generaron sedimentos fué en los que mayor precipitación hubo (Diciembre 2000), siendo algo más que el doble, debido a que fue durante este ultimo cuando se produjeron lluvias diarias con el inicio del invierno.

En la tabla 5 se presentan los resultados del análisis de la varianza para evaluar el efecto de las cubiertas vegetales en la producción de sedimentos, escorrentía e infiltración. Se determina que los valores medios de escorrentía y sedimentos de las parcelas de tomillo y salvia son significativamente diferentes con respecto al de suelo desnudo, y no así entre las dos cubiertas. Sin embargo, el valor de las medias de la escorrentía y sedimentos del tomillo fueron inferiores a la de salvia. La infiltración media de la parcela de suelo desnudo es estadísticamente diferente a las de cubierta vegetal, siendo mayor en la de tomillo.

Relacionamos el efecto de las cubiertas en cada caso con las lluvias erosivas producidas durante el periodo de estudio, con el fin de obtener un modelo mediante el cual poda-

tomillo (To) y suelo desnudo sin vegetación natural (Sd) (escorr., sed. e infil.) y las lluvias (pp) con un nivel de confianza del 99%.

El efecto de las cubiertas vegetales con respecto al de sin vegetación natural, en la protección de los taludes en fuertes pendientes, se hace patente en los resultados obtenidos, demostrándose la efectividad de la cubierta consistente en tomillo con respecto al de salvia, pero que en definitiva ambas cubiertas fueron eficaces, disminuyendo la escorrentía el transporte de sedimentos e incrementando las tasas de infiltración (Tabla 7).

Andreu et al. (1998) en parcelas cerradas, con 425 mm año⁻¹ de lluvia y con una pendiente del 20%, describe que el transporte medio de sedimentos se redujo con *Medicago arborea* L., *Psaoralea bituminosa* L. y vegetación natural, en 37,6; 11,32 y 74,96%, respectivamente, comparado con el de suelo desnudo. En nuestro caso la media para la *Salvia officinalis* L. y *Thymus serpyllodes* ssp. *Gadorensis* fue de 54 y 63%, con una pendiente media del talud del 214 %.

En el caso de la escorrentía la reducción media, para *Medicago arborea* L., *Psaoralea bituminosa* L. y vegetación natural fue de 32,04; 20,98 y 52,80%, respectivamente, con relación al control de suelo desnudo. En nuestra experiencia, la reducción media para el talud fue de 30 y 40% para la *Salvia officinalis* L. y *Thymus serpyllodes* ssp. *Gadorensis*., respectivamente. Por lo tanto, el tomillo con respecto a la salvia reduce la escorrentía en un 10 % más y el transporte de sedimentos en un 9 %.

La infiltración media, sin contar que existen otros factores que intervienen en el balance como es la evapotranspiración, fue del orden de 7 y 8% más que la de sin vegetación natural, para la salvia y el tomillo, siendo el incremento en la tasa de infiltración debido a la cubierta de tomillo un 1 % más que la de salvia.

TABLA 5. Comparación múltiple para pares de media de escorrentía, sedimentos e infiltración.

Cubierta vegetal	Escorrentía (mm)	Sedimentos (g m ⁻²)	Cubierta vegetal	Infiltración (mm)
Tomillo (To)	2,34a	16,12a	Suelo des. (Sd)	18,25a
Salvia (Sa)	2,64a	19,66a	Salvia (Sa)	19,47b
Suelo des. (Sd)	3,86b	42,94b	Tomillo (To)	19,77b

Medias con diferentes letras minúsculas son significativamente diferentes al 95% LSD

mos expresar matemáticamente el proceso. El análisis de regresión potencial (multiplicativo) es el que mejor se adapta a los resultados obtenidos (Tabla 6). Del correspondiente análisis se concluye la existencia de relaciones significativas entre las variables salvia (Sa),

TABLA 6. Análisis de regresión potencial (multiplicativo) de las cubiertas Vegetales con las lluvias erosivas durante el periodo 1999-2000.

Aguas de escorrentía				
Cubierta vegetal	Coefficiente de correlación	R ²	Error estándar	Ecuación del modelo $y = a \cdot x^b$ (mm) (pp: lluvia)
Salvia officinalis L.	0,859	78,83	0,574	Sa (escorr.) = 0,0496·pp ^{1,258}
Thymus serpylloides	0,815	66,52	0,622	To (escorr.) = 0,0623·pp ^{1,144}
Suelo desnudo sin vegetación nat.	0,865	74,90	0,570	Sd (escorr.) = 0,0662·pp ^{1,284}
Sedimentos sólidos				
Cubierta vegetal	Coefficiente de correlación	R ²	Error estándar	Ecuación del modelo $y = a \cdot x^b$ (mm) (pp: lluvia)
Salvia officinalis L.	0,725	52,67	1,304	Sa (sed.) = 0,0377·pp ^{1,794}
Thymus serpylloides	0,711	50,69	1,195	To (sed.) = 0,0686·pp ^{1,581}
Suelo desnudo sin vegetación nat.	0,762	58,20	1,127	Sd (sed.) = 0,1227·pp ^{1,727}
Infiltración				
Cubierta vegetal	Coefficiente de correlación	R ²	Error estándar	Ecuación del modelo $y = a \cdot x^b$ (mm) (pp: lluvia)
Salvia officinalis L.	0,992	98,58	0,089	Sa (infil.) = 0,9321·pp ^{0,977}
Thymus serpylloides	0,993	98,77	0,084	To (infil.) = 0,9190·pp ^{0,986}
Suelo desnudo sin vegetación nat.	0,982	96,54	0,139	Sd (infil.) = 0,9103·pp ^{0,961}

TABLA 7. Efecto global de las cubiertas vegetales durante el año natural

Cubierta vegetal	Escorrentía (mm año ⁻¹)	Sedimentos (g m ⁻² año ⁻¹)	Infiltración (mm año ⁻¹)
Thymus serpylloides	50,1	334,8	410,1
Salvia officinalis L.	56,1	409,4	404,1
Suelo desnudo sin veg. nat.	82,1	898,0	378,4

La producción media mensual de escorrentía durante los dos años, con una precipitación media anual de 460,5 mm, se caracterizó por mantener una estrecha relación proporcional con la cantidad de lluvia caída. Asimismo, se mantuvo la tendencia a la menor producción en la parcela de *Thymus serpylloides* ssp *Gadorensis* con respecto a los dos restantes (Fig. 1). En cuanto a la producción media mensual de sedimentos la tendencia fue prácticamente similar (Fig. 2).

Los meses con mayor producción de escorrentía fueron diciembre, octubre, abril, mayo, noviembre y enero. Asimismo, los meses de mayor riesgo de erosión, por la producción de sedimentos fueron diciembre,

octubre, noviembre, enero y abril. La intensidad de la lluvia y el tiempo en el cual se produjeron las precipitaciones condiciona la presencia de la escorrentía y sedimentos.

Así, un medio efectivo en la prevención y protección de los taludes y por lo tanto de los bancales, consiste en la utilización de cubiertas vegetales, que disminuyen la escorrentía y el arrastre de sólidos. En nuestra experiencia la cubierta de *Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis* fue más efectiva que la de *Salvia officinalis* L.

Es importante destacar la estructura de la planta en el campo, la *Salvia officinalis* L. se presenta con tallos o vástagos de 30 a 40 cm por encima de la superficie del suelo, con hojas opuestas, el *Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis*, es una planta rastrera que apenas se eleva de la superficie del suelo, con abundantes y diminutas hojas, formando un tapiz vegetal a modo de red, que frena a las aguas de escorrentía producidas por las lluvias, y por lo tanto, evita el movimiento de partículas sólidas.

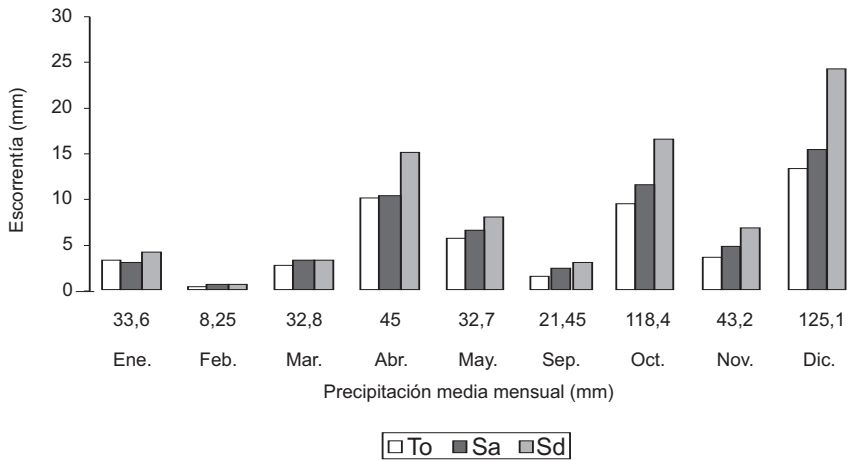


FIGURA 1. Producción mensual de escorrentía. To=*Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis*, Sa=*Salvia officinalis* L., Sd=Suelo desnudo sin vegetación natural.

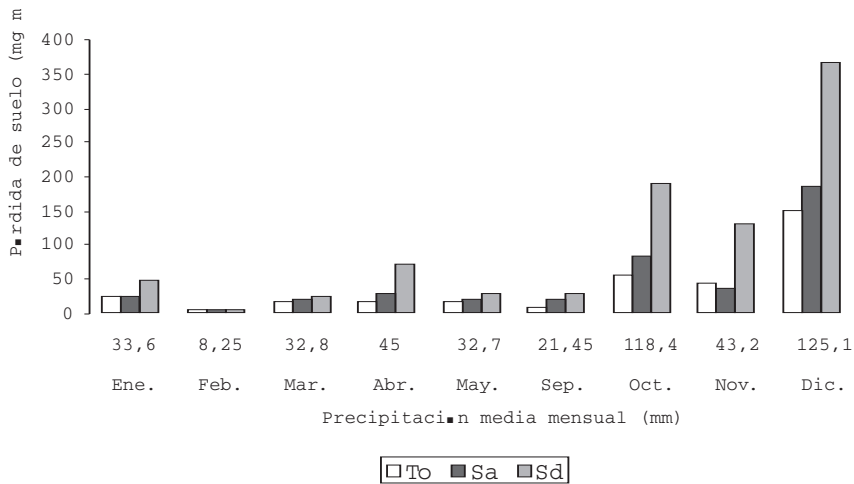


FIGURA 2. Producción mensual de sedimentos. To=*Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis*, Sa=*Salvia officinalis* L., Sd=Suelo desnudo sin vegetación natural

CONCLUSIONES

Las cubiertas vegetales son imprescindibles para el control de la erosión y escorrentía en fuertes pendientes (214%), la cubierta de *Thymus serpylloides* ssp. *Gadorensis* y *Salvia officinalis* L. reducen la producción de la escorrentía en los suelos de los taludes en los bancales en un 40 y 30 % respectivamente, con respecto a un control con suelo desnudo sin vegetación natural. Asimismo, disminuyen la producción de sedimentos por efecto debido a las mismas en un 63 y 54 %, respectivamente.

La protección del bancal o terraza, es posible realizarlo de una forma efectiva, empleando para ello plantas con posible aprovechamiento aromático, medicinal o melífero, lo que en definitiva, representa un medio coherente en el restablecimiento del equilibrio ambiental natural y la protección del medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento por la ayuda prestada a Francisco Peña Director de la finca experimental "El Zahorí" y al personal del Patronato de Cultivos Subtropicales del Ayuntamiento de Almuñécar. Asimismo, al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (I.N.I.A.) del Ministerio de Ciencia y Tecnología, gracias al proyecto SC-97016, ha sido posible este trabajo.

REFERENCIAS

- Andreu, V., Rubio, J.L., and Cerni, R. (1998): Effects of Mediterranean shrub cover on water erosion (Valencia-Spain). *J. Soil and Wat. Cons.* 53(2), 112-120.
- Albadalejo, M.S. and Stocking, M.A. (1989): Comparative evaluation of two models in predicting storm soil loss from erosion plots in semi-arid Spain. *Catena* 16, 227-236.
- Albadalejo, J., Stocking, M.A. y Díaz, E. (1990): Degradación y Regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas. C.S.I.C. 235 p.
- FAO (1998): "World reference base for soil resources". World Soil Resources Reports, 84. FAO, ISRIC and ISSS. Roma. 88 p.
- Francia M.J.R., Martínez-Raya, A. y Ruiz Gutiérrez, S. (2000): Erosión en suelo de olivar en fuertes pendientes. Comportamiento de distintos manejos de suelo. S.E.C.S. *Edafología* (7-2), 147-155.
- Francis, C.F. and Thornes, J.B. (1990): Runoff hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types. In J.B. Thornes (Editor). *Vegetation and Erosion. Processes and environments*. Wiley. Chichester. 363-384.
- Martínez-Raya, A., Cuadros, S. y Francia, J.R. (1993): Plantas aromáticas, melíferas y medicinales: caracterización y selección enfocada a la lucha contra la erosión. Sociedad Española de Ciencias Forestales. T. III.
- Martínez-Raya, A., Francia, J.R., Cuadros, S. y Aguilar, J. (1996): Field evaluation of runoff and erosion controls by scrub with feasible economic exploitation. European Congress on Erosion Control.
- Mapa de suelos Motril-1055.(1986): Proyecto Lucdeme. M.A.P.A. I.C.O.N.A. Escala 1:100.000. Universidad de Granada Facultad de Ciencias Dpto. de Edafología, 118 p.
- M.A.P.A.(1971): *Métodos Oficiales de Análisis*. Dirección General de Agricultura, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 402 p.
- Rubio, J.L., Sánchez, J., Sanroque, P. y Molina, M.J. (1984): Metodología de evaluación de la erosión hídrica en suelos del área mediterránea. I Congreso

- Nacional de la Ciencia del Suelo. Vol. II, 827-836.
- Soto, B., Basanta, R., Pérez, R. and Diaz-Fierros, F. (1995): An experimental study of the influence of traditional slash-and-burn practices on soil erosion. *Catena* 24, 13-23.
- Soil Survey Staff (1999): "Soil Taxonomy". A Basic System of Soil Classification for Making & Interpreting Soil Surveys. USDA. Agric. Handbook, 2^a ed. N° 436. 778 p.
- Thornes, J.B. (1995): Mediterranean desertification and vegetation cover. In R. Fantechi D.; Balabanis and Rubio, J.L. (eds.). Desertification in an European context: Physical and socio-economic aspects. European Commission. Brussels. 169-195
- Yair, A. (1996): Spatial variability in runoff in semi-arid and arid areas. In J.L. Rubio and A. Calvo (eds.). Soil degradation and desertification in Mediterranean environments. *Geoderma ed.*, 71-90.
- Zöbisch, M.A., Klingspor, P. and Oduor, A.R. (1996): The accuracy of manual runoff and sediment sampling from erosion plots. *J. Soil and Water Cons.* 51(3), 231-233.