

Influencia de barreras vivas de vetiver y otras prácticas de conservación en la cantidad y calidad de sedimentos producidos en lotes hortícolas en laderas

Influence of vetiver grass hedgerows and other conservation practices in total sediment yield and sediment quality delivered from slopes with horticultural plots

*Dr. Oscar S. Rodríguez P. UCV-Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela
osrp@telcel.net.ve*

Resumen

El cultivo de hortalizas en zonas montañosas causa serios impactos ambientales debido a los procesos de erosión hídrica asociados con este sistema de producción, disminuyendo la capacidad productiva de los suelos y contaminando los cuerpos de agua. Se condujeron ensayos en parcelas de erosión en campo bajo condiciones de lluvia simulada en la Estación Experimental Bajo Seco de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en la Parroquia Carayaca, edo. Vargas, Venezuela, durante el ciclo de cultivo de una secuencia zanahoria-lechuga en un suelo clasificado como Aquic Paleudult en pendientes entre 15 y 20 % en donde se midió la producción total de sedimentos y su calidad. Los tratamientos evaluados fueron: parcela desnuda-SD, cultivo sin práctica-SP, con barrera viva de vetiver-BV y mulch-M. Estos a su vez se combinaron con tres sistemas de preparación de tierras, liso-L, surcos en contorno-SC y platabandas-Plat. El cultivo sin prácticas-SP demostró ser poco protector del suelo con una alta producción de sedimentos. Las barreras vivas de vetiver-BV fueron altamente eficientes en reducir la producción total de sedimentos y su eficiencia aumentó al combinarse con surcos en contorno o platabandas (BV-SC o BV-Plat). La práctica de mulch resultó menos eficiente ya que su aplicación fue tardía por razones de manejo del cultivo. Las barreras vivas de vetiver son estructuras semipermeables por lo que permiten el paso de una proporción de sedimentos cuya relación de enriquecimiento en arcillas, materia orgánica y otros elementos se magnifica debido a la influencia de la barrera en la selectividad del proceso de erosión en el transporte de sedimentos y componentes asociados. Se recomienda la combinación de las barreras vivas con sistemas de manejo de los suelos en el espacio entre barreras, de manera de asegurar el mantenimiento de la productividad en el largo plazo, una mayor reducción de la producción de sedimentos y elementos asociados y una menor contaminación de las aguas.

Palabras claves: cultivos hortícolas, barreras vivas, erosión hídrica, relación de enriquecimiento

Abstract

Horticultural crops in mountainous areas are responsible of serious environmental impacts due to water erosion processes associated with this farming system, loosing soil productivity and polluting water bodies. Erosion plots experiments were carried out under field conditions and natural rain at Bajo Seco Experimental Extension, Central University of Venezuela, Carayaca Parrish, Vargas State, Venezuela, during a carrot-lettuce crop cycle on an Aquic Paleudult soil with slopes between 15 and 20 % where total sediment yield and sediment quality were measured. Treatments evaluated were: bare plot-SD, crop without practices-SP, vetiver grass hedge-BV and mulch-M. This treatments were combined with three different land preparation treatments, flat-L, contour ridges-SC and broad raised seedbed-Plat. Crop without practices-SP shows a very little protection of the soil with a high sediment yield. Vetiver hedges-BV were highly efficient in reduce total sediment yield and its efficiency increase when combined with contour ridges or broad raised seedbed (BV-SC or BV-Plat). Mulch-M was less efficient in reducing total sediment yield as its application was delayed because of crop management requirements. Vetiver grass hedges are semipermeable structures which allows sediments go trough them. Those sediments have a magnified enrichment ratio in clay, organic matter and other elements due to the influence of the barriers in the selective water erosion process during the transport of sediments and associated components. It is advisable to combine vetiver grass hedges with soil management systems within the gap between barriers, in order to assure permanent soil productivity in the long term, a higher reduction in total sediment yields and associated components and a lower water contamination.

Key words: Horticultural crops, grass hedgerows, water erosion, enrichment ratio

Introducción

Los cultivos hortícolas en laderas representan un uso agrícola económicamente importante, a pesar de ubicarse en tierras de baja calidad y de poca aptitud agrícola debido a las limitaciones topográficas y los riesgos de erosión hídrica asociados. En las zonas de montaña cercanas a la capital de Venezuela, Caracas, es común observar el cultivo de hortalizas y frutales propios de zonas templadas, debido a las condiciones climáticas favorables y a la cercanía de mercados de consumo, lo que ha permitido un relativo desarrollo de áreas marginales para la agricultura. Del mismo modo se han desarrollado sistemas hortícolas en otras zonas montañosas de Venezuela, particularmente en Los Andes.

La poca cobertura ofrecida por los cultivos hortícolas y el alto grado de intensidad de uso de la tierra aplicado con más de dos ciclos por año en zonas de altas pendientes, hacen favorable las condiciones para que ocurran procesos de erosión hídrica acentuados,

afectando la productividad in situ de los lotes de cultivo, los cuales se convierten en fuente de producción de sedimentos que contaminan las aguas por si mismos y por los elementos nutrientes y biocidas asociados a estos, lo que se considera un impacto ambiental negativo de este sistema de producción.

Las barreras vivas de vetiver constituyen una tecnología para la conservación de suelos y aguas de eficiencia probada (Grimshaw, 1994; Greenfield 2002; Rodríguez, 1998, 2002). Tiene la ventaja de adaptarse a diferentes sistemas de producción en condiciones ambientales muy variadas, no es invasor y es de fácil aplicación por parte de los agricultores. Los pisos térmicos donde mejor se desarrolla son el tropical y el premontano y se utiliza también en el piso montano bajo pero con un crecimiento mas lento (Gomis, 1997). En las zonas hortícolas de mayor altitud se requieren prácticas substitutas como los muros de piedra, terrazas de banco o el uso de especies de barreras vivas adaptadas a climas fríos.

En el presente trabajo se evaluó la efectividad de barreras vivas de vetiver y de los residuos en superficie en combinación con diferentes sistemas de preparación de tierras en la reducción de la producción de sedimentos y de su influencia en la calidad del sedimento colectado en parcelas de erosión bajo condiciones de lluvia natural cultivados con una secuencia zanahoria-lechuga en una zona montañosa de la Región Centro Norte de Venezuela.

Materiales y métodos

Se condujeron ensayos en parcelas de erosión en campo bajo condiciones de lluvia simulada en la Estación Experimental Bajo Seco de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en la Parroquia Carayaca, edo. Vargas. La altitud del sitio experimental es alrededor de 1800 msnm, con una temperatura promedio de 15°C y precipitación anual cercana a los 900 mm. Que se corresponde con una transición de las zona de vida según Holdridge (1967) de Bosque Seco/Bosque Húmedo Montano Bajo Las características de las parcelas de erosión y de los tratamientos aplicados se resumen en el cuadro 1. Las prácticas de conservación consistieron en barreras vivas de vetiver (*Vetiveria zizanioides*)-BV de 50 cm de ancho ubicadas en el extremo inferior, aguas abajo de la parcela y mulch-M que consistió en la aplicación de residuos de acícula de pino a razón de 5 Mg/ha equivalente a una cobertura de 100% a ras del suelo y realizada a los 45 días de la fecha de siembra. Se establecieron también parcelas con cultivo sin prácticas-SP y como referencia se estableció una parcela con suelo desnudo-SD. Se aplicaron tres sistemas de preparación de tierras a saber: dejando la superficie lisa-L, conformando surcos en contorno-SC o construyendo platabandas-P que consisten en unas camas de siembra elevadas unos 20-30 cm y de un metro de ancho. El suelo donde se llevaron a cabo los experimentos ha sido clasificado como un Aquic Paleudult fa, mixta, isotérmica (Abreu y Ojeda, 1984) Las características del suelo donde se llevaron a cabo los experimento se resumen en el cuadro 2. Las parcelas fueron cultivadas con hortalizas en secuencia comenzando el ciclo con un cultivo de zanahoria seguido de un cultivo de lechuga. Se colectaron los sedimentos en un sistema de tres colectores y se acumularon muestras compuestas para cada colector de los muestreos individuales realizados.

Cuadro 1. Sistemas de preparación de tierras y prácticas de conservación evaluadas en parcelas de erosión en campo bajo lluvia natural en una secuencia zanahoria-lechuga

Práctica/condición	Sistema de preparación de tierras	Parcela	Pendiente %
Suelo desnudo SD	Liso-L	1	15
Barrera viva de vetiver BV	Liso-L	2	15
	Surcos en contorno-SC	3	15
	Platabanda-Plat	4	15
Sin prácticas SP	Liso-L	5	15
	Surcos en contorno-SC	6	15
	Platabanda-Plat	7	15
Mulch M	Liso-L	8	20
	Surcos en contorno-SC	9	20
	Platabanda-Plat	10	20

Nota: Todas las parcelas se instalaron con una longitud de 10 m y de 2 m de ancho

Cuadro 2. Características del horizonte superficial del suelo donde se establecieron las parcelas de erosión
Castillo 1991, Abreu y Ojeda, 1984

Características químicas		Distribución de tamaño de partículas		Textura	Clasificación taxonómica
		Fracción	%		
pH (1:1)	5.95	Esqueleto grueso	10.3	Fa	Aquic Paleudult fa, mixta, isotérmica
mMhos cm ⁻¹	0.230	a mg	21.00		
% MO	3.64	a g	10.00		
P ppm	32	a m	7.50		
Ca ppm	1260	a f	8.50		
K ppm	296	a mf	14.00		
Na ppm	54	Arena total	61.0		
CIC (meq/100g)	14.30	limo	26.5		
		arcilla	12.5		

Resultados y discusión

En la figura 1 se muestra la producción total de sedimentos en cada una de las parcelas de erosión con el valor más alto para la parcela 1 que corresponde al tratamiento desnuda SD-L, seguida de los tratamientos con cultivo sin prácticas de conservación y preparación del terreno liso SP-L en la parcela 5 y del cultivo con mulch y terreno liso M-L en la parcela 8. En las parcelas 2, 3 y 4 con barrera viva de vetiver BV se obtuvieron los valores absolutos más bajos de producción de sedimentos, siendo entre estas la parcela 2 BV-L la que produjo mayor cantidad de sedimentos por presentar el terreno muy baja rugosidad. Los surcos en contorno y las platabandas en combinación con las barreras vivas y el mulch o asociados únicamente con el cultivo redujeron la producción de sedimentos en comparación con el terreno liso, siendo más eficiente los surcos en contorno que las platabandas. El mulch redujo la producción de sedimentos en menor proporción que las barreras vivas debido en parte a la aplicación tardía del mismo en función del sistema de manejo del cultivo. Los surcos en contorno y las platabandas asociadas con la barrera viva lograron reducir a los niveles más bajos la producción de sedimentos tal como se aprecia para las parcelas 3 y 4.

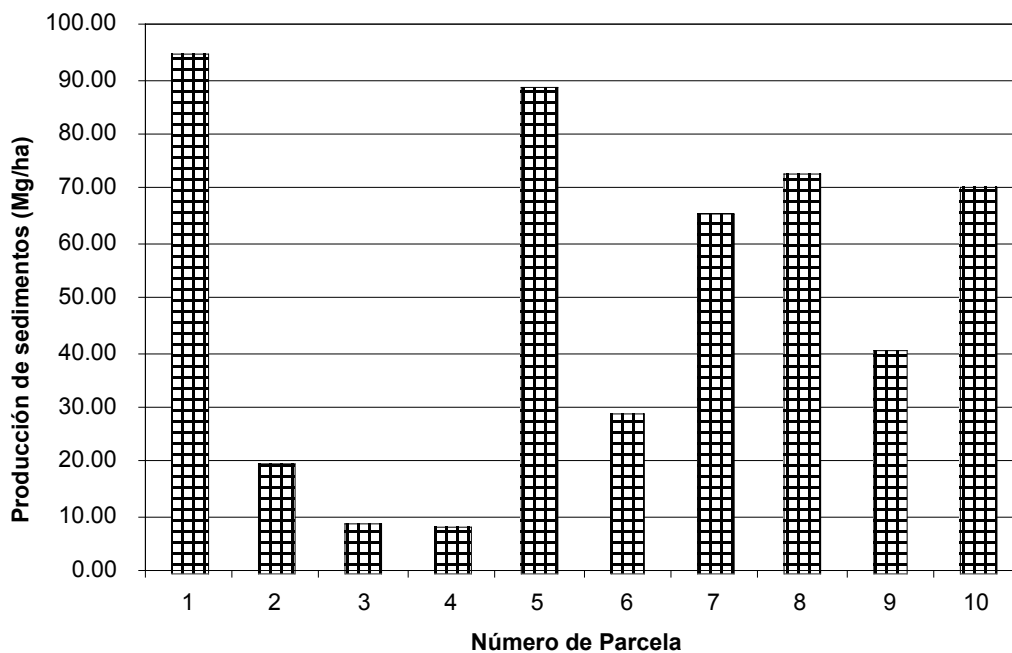


Figura 1. Producción total de sedimentos medidos en parcelas de erosión en campo bajo lluvia natural en una secuencia zanahoria-lechuga 1 SD-L, 2 BV-L, 3 BV-SC, 4 BV-Plat 5 SP-L, 6 SP-SC, 7 SP-Plat 8 M-L, 9 M-SC 10 M-Plat

En la figura 2 se muestra la proporción de arena en % en las muestras compuestas analizadas para el primer y segundo colector de las parcelas de erosión. En el primer colector siempre se obtuvieron los mayores contenidos de arena donde esta decanta antes que el limo y la arcilla, que pasan en mayor proporción al segundo colector. Los porcentajes de arena mas bajos fueron obtenidos en las parcelas 3 y 4 donde se combinan las barreras vivas de vetiver con los surcos en contorno y las platabandas, siendo más eficiente la retención de sedimentos por la barrera ya que se disminuye la velocidad del flujo de escorrentía a tal punto que la proporción de arena que pasa al colector dos es sustancialmente menor que para el resto de los tratamientos. En la parcela 2 con barrera viva pero terreno liso los valores se asemejan al del resto de las parcelas.

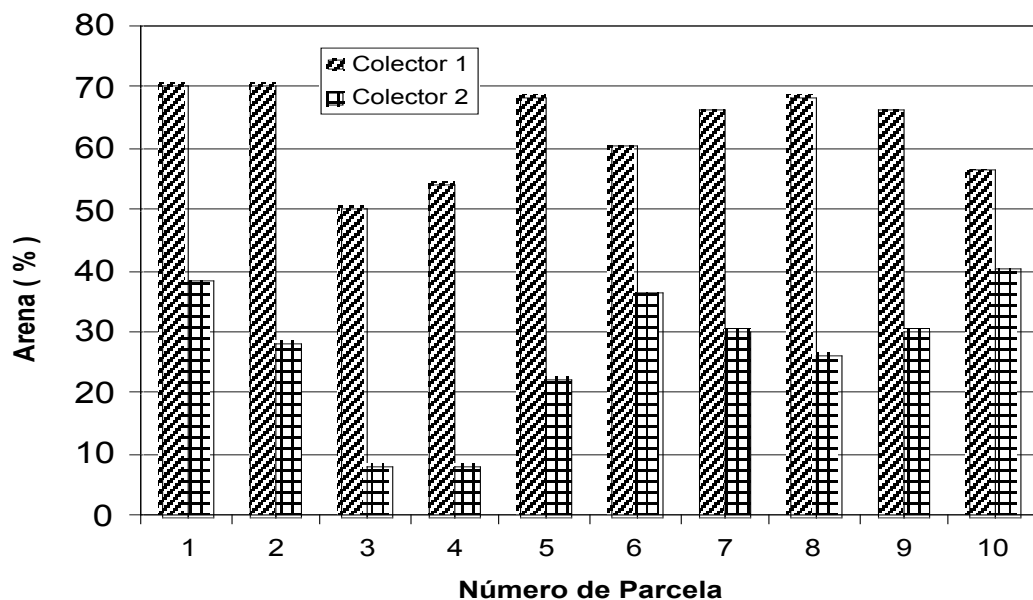


Figura 2. Porcentaje de arena, medido en muestras compuestas de sedimentos recogidos en cada colector en parcelas de erosión en campo bajo lluvia natural en una secuencia zanahoria-lechuga 1 SD-L, 2 BV-L, 3 BV-SC, 4 BV-Plat 5 SP-L, 6 SP-SC, 7 SP-Plat 8 M-L, 9 M-SC 10 M-Plat

Las pérdidas de materia orgánica fueron particularmente altas en la parcela desnuda y en las parcelas sin prácticas y terreno liso. Las menores pérdidas de materia orgánica, fósforo y potasio se corresponden con las parcelas 2, 3 y 4 en las que esta presente la barrera viva de vetiver, lo cual esta en concordancia con la menor producción de sedimentos en estas parcelas. Todas las parcelas presentaron altas pérdidas del elemento calcio debido a la alta solubilidad de este elemento. La parcela desnuda presentó una relativa baja pérdida del elemento calcio, lo cual podría explicarse porque las mayores pérdidas de ese elemento en esta parcela ocurren en las primeras lluvias y a que el análisis de la muestra compuesta no refleja esa distribución.

Cuadro 3. Pérdidas de suelo, materia orgánica y algunos elementos nutrientes en parcelas de erosión en campo bajo lluvia natural y varios tratamientos

Parcela/ tratamiento *	Sedimentos Mg/ha	kg MO/ha	Kg P/ha	Kg Ca/ha	Kg K/ha	
1-SD-L	95.05	3275	18.94	132.79	8.29	
2-BV-L	20.16	1132	3.43	242.95	8.94	
3-BV-SC	8.72	1697	8.11	158.02	10.64	
4-BV-Plat	8.62	1391	5.65	125.53	8.17	
5-SP-L	88.77	4055	22.49	355.64	30.99	
6-SP-SC	29.25	2243	9.70	189.58	13.03	
7-SP-Plat	65.70	2631	11.57	169.92	21.27	
8-M-L	73.20	2039	12.81	113.89	17.08	
9-M-SC	40.77	1857	12.15	101.17	16.48	
10-M-Plat	70.52	2224	10.64	89.80	20.41	
Promedio	50.07	2254.47	11.55	170.93	15.53	

*

BV-Barrera viva vetiver L-Liso
 SP-Sin prácticas SC-Surcos en contorno
 M-Mulch Plat.-Platabandas

En el cuadro 4 se muestran las relaciones de enriquecimiento para arcilla, materia orgánica y demás elementos en el sedimento colectado, relación que es mayor a 1 en promedio para todos los casos, lo cual demuestra el comportamiento selectivo del proceso erosivo. Esta selectividad se magnifica en presencia de un filtro biológico como lo son las bareras vivas de vetiver, siendo menor el efecto cuando el sistema de preparación de tierras no aumenta la rugosidad del terreno, como es el caso de las parcelas con superficie lisa. En la parcela desnuda, por no estar protegida por una vegetación protectora se presentan bajas relaciones de enriquecimiento, y por lo tanto, un bajo nivel de selectividad durante el proceso de transporte de los sedimentos. Este proceso selectivo, impide que las prácticas sean 100% efectivas contra la pérdida de

fertilidad de los suelos, aunque en valores absolutos, aventajan a aquellas situaciones donde no se aplican prácticas antierosivas. Rodríguez (2002), señala mediante el uso de modelos, que a largo plazo, la combinación de barreras vivas con residuos en superficie logra mantener los niveles de productividad de dos suelos de ladera en Venezuela, siendo que las barreras vivas por si solas, presentan una ligera disminución de la productividad en el largo plazo. Rodríguez (1998) reporta una pérdida de suelo mínima obtenida en parcelas de erosión bajo condiciones de lluvia simulada, al combinar barreras vivas de vetiver con residuos en superficie, recomendando la combinación de estos dos prácticas cuando se propongan sistemas de conservación de recursos para cultivos en laderas.

Cuadro 4. Relaciones de enriquecimiento de arcilla, materia orgánica y algunos elementos en el sedimento colectado en parcelas de erosión en campo bajo lluvia natural y varios tratamientos

Parcela/ tratamiento *	Arcilla	Mat.Org.	Fósforo	Calcio	Potasio	
1-SD-L	1.07	0.95	6.23	1.36	0.29	
2-BV-L	1.35	1.54	5.32	9.57	1.50	
3-BV-SC	2.12	5.35	29.08	14.39	4.12	
4-BV-Plat	1.49	4.44	20.51	11.56	3.20	
5-SP-L	1.73	1.26	7.92	3.18	1.18	
6-SP-SC	1.11	2.11	10.37	5.14	1.51	
7-SP-Plat	1.07	1.10	5.50	2.05	1.09	
8-M-L	0.96	0.77	5.47	1.23	0.79	
9-M-SC	0.80	1.25	9.31	1.97	1.37	
10-M-Plat	1.18	0.87	4.71	1.01	0.98	
Promedio	1.29	1.96	10.44	5.15	1.60	

*

BV-Barrera viva vetiver L-Liso
 SP-Sin prácticas SC-Surcos en contorno
 M-Mulch Plat.-Platabandas

Conclusiones

-Las barreras vivas de vetiver redujeron sustancialmente en términos absolutos la producción de sedimentos en lotes de cultivos hortícolas en suelos de ladera y fueron más eficientes al combinarse con un sistema de preparación de tierras que aumente la rugosidad del terreno como los surcos en contorno y las platabandas.

-El mulch (residuos en superficie) resultó menos eficiente en la reducción de la producción de sedimentos debido al sistema de manejo del cultivo que exige una aplicación tardía de la cobertura.

-El carácter selectivo de la erosión hídrica durante el transporte de sedimentos se magnifica con prácticas de conservación como las barreras vivas de vetiver, que son

estructuras semipermeables, incrementándose las relaciones de enriquecimiento de arcillas y otros elementos presentes en el sedimento.

-Es deseable combinar las barreras vivas con sistemas de manejo de los suelos en el espacio entre las barreras, como los surcos en contorno y las platabandas, y/o el uso de residuos en superficie durante la mayor parte posible del ciclo de los cultivos como sugiere esta investigación, de manera de asegurar el mantenimiento de la productividad en el largo plazo, una mayor reducción de la producción de sedimentos y elementos asociados y una menor contaminación de las aguas.

Bibliografía

Abreu, X. y E. Ojeda. 1984. Los suelos de la Estación Experimental Bajo Seco. Cotas 1720-1900 msnm (FACULTAD AGRONOMIA UCV) Estudio agrológico especial. Tesis de grado. Universidad Central de Venezuela, Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Maracay, 204 pp.

Castillo, M. A. 1991. Evaluación de sistemas de conservación de selos y aguas en zonas montañosas bajo cultivo de papa, durazno y otras coberturas permanentes. Tesis de grado. Universidad Central de Venezuela, Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, Maracay, 76 p. y anexos.

Gomis, C. 1997. Estudio comparativo del Vetiver (*Vetiveria zizanioides*, L) en diferentes condiciones Agroclimáticas y de manejo. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. Venezuela. 140 p.

Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Revised edition. Tropical Science Center, San José, Costa Rica. 206 pp.

Rodríguez, O. S. 1998. Hedgerows and mulch as soil conservation measures on steep lands. Proceedings of the First International Conference on Vetiver, pp. 189-202. Office of the Royal Development Projects Board, Chiang Rai, Thailand

Rodríguez, O. S. 2002. Soil and water quality management through vetiver grass technology. Proceedings of the Second International Conference on Vetiver: Vetiver and the Environment, pp. 258-264. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, Thailand

Greenfield, J. C. 2002. Vetiver Grass. An Essential Grass for the Conservation of Planet Earth Ininity Publishing. Com. Haverford, Pa. U.S.A. 24 p.

Grimshaw, R. 1994. The Role of Vetiver Grass in Sustaining Agricultural Productivity. 15° Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Symposium VIa. Soil Technology for Sustainable Agriculture. Volume 7a. pp:98-109 Acapulco, México Julio 10-16