

## **Efecto de la maleza como cobertera en la fertilidad del suelo y rendimiento de nogal pecanero**

Gerardo Martínez Díaz

Campo Experimental de la Costa de Hermosillo-INIFAP-CIRNO. Calle Pascual Encinas Félix núm. 21, Colonia la Manga, Hermosillo, Sonora. CP. 83220. Tel. 01(55) 38718700, ext. 81314.

Autor para correspondencia: martinez.gerardo@inifap.gob.mx

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la maleza como cobertera a largo plazo sobre la fertilidad del suelo y rendimiento del nogal pecanero *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch. El trabajo se desarrolló en el cv Western de 32 años de edad, bajo riego por goteo, en la Costa de Hermosillo, Sonora. Los tratamientos consistieron en cobertera vegetal a base en maleza y el testigo limpio, los cuales se distribuyeron en un diseño de parcelas apareadas con cuatro repeticiones, con unidad experimental de tres árboles por hilera. En contenido de materia orgánica, pH y de la mayoría de nutrientes en el suelo, fue mayor en el tratamiento con cobertera que en el testigo ( $p < 0.05$ ) a los diez años de iniciado el trabajo, mientras que la salinidad del suelo no se modificó. El rendimiento promedio durante el periodo de evaluación fue similar ( $p < 0.05$ ) en ambos tratamientos. Los mayores cambios en el contenido de materia orgánica y concentración de nutrimentos ocurrieron en los primeros 30 cm de profundidad. Se registraron cambios en fertilidad y salinidad en el perfil del suelo, pero fueron independientes de la cobertera. Los resultados muestran que en huertas adultas de nogal pecanero la maleza puede utilizarse como cobertera para mejorar la calidad del suelo sin afectar el rendimiento del nogal pecanero.

**Palabras clave:** alternancia, interferencia, maleza, nutrientes, salinidad.

Recibido: enero de 2019

Aceptado: febrero de 2019

## Introducción

La utilización de coberteras vegetales es una práctica agroecológica que consiste en utilizar material vegetal muerto o vivo, donde en el caso de material muerto este se esparce como zacate seco, hojarasca o residuos de cosecha sobre camellones y calles, con el objeto de proteger y mejorar nutricionalmente el suelo (Pound, 1999).

Para el caso de material vivo se pueden establecer especies de plantas consideradas como malas hierbas o bien especies cultivadas de alto valor nutritivo; en caso de utilizar malas hierbas estas pueden seleccionarse aplicando herbicidas selectivos, que permiten el desarrollo de la cobertera entre hileras de árboles en el centro de las calles durante todo el año (Norton y Storey, 1970; Martínez, 2010; Rebolledo-Martínez *et al.*, 2011).

Entre los beneficios que se han atribuido a las coberteras vegetales están el reducir las pérdidas de suelo a causa de la erosión, aumentar la infiltración de agua, reducir la evaporación, reducir la densidad de las malas hierbas competitivas, aumentar la biodiversidad, conservar la mesofauna y permitir el acceso al campo con el suelo húmedo (Pound, 1999; Tarango, 2010; Arenas *et al.*, 2015).

En cuanto al efecto de las cubiertas vegetales en la infiltración y disponibilidad de agua en el suelo, diversos autores han puesto de manifiesto la ventaja de éstas en el perfil del suelo, en comparación con el laboreo tradicional (Castro *et al.*, 1992; Gómez-Aparisi *et al.*, 1993).

El uso de coberturas ha sido documentado en huertos de duraznos (Aibar *et al.*, 1990), mango (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2011), almendro (Arquero *et al.*, 2015), aguacate (Reyes *et al.*, 2016), cítricos (Arenas *et al.*, 2015), pera (Gómez-Aparisi *et al.*, 1993) y vid (Klik *et al.*, 1998). En cultivos perennes que forman una sombra densa después de cinco años, el cultivo de cobertura es necesario solamente durante la fase de establecimiento, pero en frutales de plantaciones abiertas, como los cítricos, mangos o nogal las coberteras pueden establecerse por períodos mayores, utilizando las malezas nativas o bien con la siembra de algunas especies de cultivos (Teasdale *et al.* 1991; Arenas *et al.*, 2015; Tarango, 2010).

En las huertas de nogal de la Costa de Hermosillo, Sonora, desarrollan varias especies de maleza anuales como chinita (*Sonchus* spp.), pamita (*Sysimbrium irio*), mostaza (*Brassica* spp.), zacate pinto (*Echinochloa* spp.), huachapone (*Cenchrus* spp.) y zacate salado (*Leptochloa* spp.) y perennes como correhuela (*Convolvulus arvensis*), zacate Johnson (*Sorghum halepense*), estafiate (*Ambrosia confertifolia*) y zacate grama (*Cynodon dactylon*) (Martínez-Díaz, 2010). Estas especies, si no se controlan con oportunidad y eficiencia, causan daños al desarrollo de los árboles, tanto por el consumo de nutriente y agua o por favorecer el incremento de agentes biológicos nocivos como plagas y enfermedades; además, obstruyen la implementación de las prácticas de manejo (Norton y Storey, 1970).

Las coberteras vegetales vivas consumen agua y nutrientes, insumos que deben ser proporcionados adicionalmente a las necesidades del cultivo. La mezcla de las especies *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Trifolium repens*, fue una combinación que reportó un bajo requerimiento de agua (Klik *et al.*, 1998).

Estudios previos sobre la siembra de algunas especies de cultivos en huertas de nogal en la región de la Costa de Hermosillo, demostraron que varias leguminosas no lograron establecerse dentro del área de la huerta, en cambio, el zacate bermuda para campos de golf (*Cynodon dactylon*) se estableció de manera permanente (Martínez, 2010). Con base en la experiencia previamente citada se condujo el presente trabajo cuyo objetivo fue determinar el efecto de la maleza establecida como cobertera vegetal viva en la fertilidad del suelo y en el rendimiento de nogal pecanero.

## Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló del año 2007 a 2016, en la huerta de nogal campo “Los Fumicos”, que se ubica en la región de la Costa de Hermosillo (Latitud de 28° 49' 32" latitud norte 111° 33' 1.44" longitud oeste, de 51 msnm). El clima es BW(h') muy seco y muy cálido (García, 1988) con temperatura media máxima anual de 31.8 y mínima media anual de 13 °C, con máxima extrema de 48 °C en julio y mínima extrema de -6.5 °C en enero, humedad relativa de 20 a 90% a través del año y precipitación media anual de 175 mm. El suelo es de origen aluvial con textura migajón arcillo arenoso, buen drenaje superficial e interno y pH ligeramente alcalino Ruiz *et al.* (2005). En la huerta donde se llevó a cabo el experimento existen las variedades Western y Wichita, pero el trabajo se realizó en hileras del cv Western las cuales tienen un marco de plantación de 10 x 10 m entre hileras y entre plantas, y se irriga con dos líneas de manguera enterrada a 30 cm de profundidad. Al momento del establecimiento del experimento los árboles tenían 32 años de edad.

Los tratamientos evaluados fueron: 1) cobertera vegetal con maleza nativa; y 2) testigo limpio, los cuales se distribuyeron en un diseño de parcelas apareadas con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de una banda de cuatro metros de ancho por 30 m de largo la cual incluyó tres árboles. El tratamiento de cobertera tuvo como especies dominantes a zacate de agua (*Leptochloa sanguinalis*) y zacate pinto (*Echinochloa crus-galli*), las cuales cubrieron 80% de la superficie de la banda establecida, y otras especies como zacate Johnson (*Sorghum halepense*) y zacate bermuda (*Cynodon dactylon*). En el tratamiento con la cobertera se permitió el crecimiento de la maleza hasta una altura de 40 cm y luego se realizó su poda a 10 cm con una podadora mecánica acoplada al tractor; en total se requirieron un total de seis cortes en la estación de crecimiento; después de la cosecha de los árboles, se permitió el crecimiento de la maleza hasta el verano del siguiente año en este tratamiento. Al testigo limpio se le aplicó el herbicida glifosato en dosis de 1 kg ha<sup>-1</sup> y la mezcla de diuron + pendimetalina 0.4 + 2 kg ha<sup>-1</sup> u oxifluorfen + pendimetalina 0.5 + 2 kg ha<sup>-1</sup>, para eliminar la maleza.

Con el propósito de medir el efecto de los tratamientos sobre las características físico químicas del suelo, se efectuaron muestreos de suelo en cada uno de los tratamientos a los 30, 60 y 90 cm de profundidad a los 10 años (2016) después del inicio del experimento. La salinidad de las muestras fue analizada en pasta de suelo saturado considerándose pH, conductividad eléctrica (C. E), relación de adsorción de sodio (RAS) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Por otro lado, para el análisis la fertilidad se utilizó la solución extraída de la muestra de suelo y se midió la materia orgánica y niveles de los macroelementos en ppm como N-NO<sub>3</sub>, P-PO<sub>4</sub>, K, Ca, Mg y S y microelementos que incluyen Zn<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup>, Cu<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>. En lo que respecta árbol, se midió su rendimiento anualmente. Los datos de cada una de las variables medidas fueron analizadas mediante la prueba de Anova y la comparación de medias con Tukey al 0.05.

## Resultados y discusión

### Efecto de la cobertera vegetal y profundidad del suelo en la salinidad del suelo

No se encontró interacción entre los tratamientos y profundidad de la muestra, razón por la cual se presentan solo los promedios de dichas variables de manera independiente. El pH indicó que el suelo es alcalino en los tratamientos, y fue mayor en el tratamiento sin cobertera y a profundidades del suelo mayores de 30 cm ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 1). El pH puede ser menos alcalino en la parte superior del suelo y bajo el tratamiento de cobertera por la mayor presencia de materia orgánica ya que durante su descomposición se liberan iones hidrógeno que pueden contribuir en la reducción del pH. En las áreas productoras de nuez pecanera de Georgia, Estados Unidos de América el pH del suelo fluctuó de 5.3 a 7 y se considera que el óptimo es de 6.0 a 6.3 (Wells, 2009). Lo anterior puede indicar que bajo el área de estudio pueden existir algunos problemas nutricionales derivados del pH alcalino del suelo.

**Cuadro 1. Efecto de la cobertera después de 10 años de establecida en el pH del suelo.**

Factor	Tratamiento	pH
Cobertera	Con cobertera	7.39 a
	limpio	7.61 b
Profundidad (cm)	30	7.36 a
	60	7.54 b
	90	7.61 b

CV= 1.6.

La conductividad eléctrica (CE), relación de adsorción sodio (RAS) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) no fueron afectados por la cobertera. Sin embargo, RAS y PSI se incrementaron a mayor profundidad ( $p < 0.05$ ) lo cual está asociado a una mayor acumulación de sodio a mayores profundidades, lo cual coincide con Hoseini (2015), en el sentido de que el sodio es fácilmente removido por el agua a las capas inferiores del suelo (Cuadro 2). La conductividad eléctrica en el huerto fue inferior  $4 \text{ dS m}^{-1}$  lo cual lo clasifica como no salino. Transviña *et al.* (2017) mencionan que la C.E. en los primeros 30 cm fue de 12.42 en una huerta de nogal en el sur de Sonora pero que hay huertas en la misma región con valores de alrededor de 2.

**Cuadro 2. Efecto de la cobertera después de 10 años de establecida en la salinidad del suelo.**

Factor	Tratamiento	Parámetro de salinidad		
		( $\text{dS m}^{-1}$ )	RAS*	PSI**
Cobertera	Con maleza	1.12 a	1.88 a	1.48 a
	Limpio	1.31 a	2.23 a	1.88 a
Profundidad (cm)	30	1.08 a	1.48 a	0.91 a
	60	1.17 a	2.07 ab	1.63 ab
	90	1.41 a	2.61 b	2.5 b

CE= conductividad eléctrica; CV= 38.7; CV= 29.3 CV= 50.8; \* = relación de adsorción de sodio; \*\* = porcentaje de sodio intercambiable.

### Efecto de la cobertera vegetal en la fertilidad del suelo y rendimiento

El contenido de materia orgánica se incrementó en el tratamiento con la cobertera vegetal ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 3). La cobertera vegetal incrementó significativamente el contenido de nutrientes con excepción de fósforo, potasio, calcio, magnesio y zinc ( $p < 0.05$ ), aunque en los tres últimos se tuvo una tendencia a un aumento. Lo anterior, indica que la cobertera vegetal al aportar mayor materia orgánica favorece la retención de nutrientes, además de que en su proceso de mineralización contribuye en su aumento (Cuadros 4, 5 y 6). Lo anterior coincide con lo mencionado por Wells (2009) en el sentido de que las coberteras vegetales proveen de nutrientes al suelo, aunque indica que no en la totalidad de lo que requiere una huerta de nogal.

**Cuadro 3. Efecto de la cobertera después de 10 años de establecida en el contenido de materia orgánica del suelo.**

Factor	Tratamiento	Materia orgánica (%)
Cobertera	Con maleza	0.73 a
	Limpio	0.52 b
Profundidad (cm)	30	1.26 a
	60	0.37 b
	90	0.26 b

CV= 33.6.

El contenido de materia orgánica fue más alto y el pH fue inferior, en la capa de los primeros 30 cm del suelo en comparación a las profundidades de 30-60 y 60-90 cm ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 3), lo cual era de esperarse ya que la materia seca de la cobertera permaneció en la parte superior del suelo y pudo contribuir en el aumento de iones hidrógeno. Arenas *et al.* (2015); Tarango (2010), reportaron que las cubiertas vegetales en períodos menores de tiempo contribuyeron en el aumento de materia orgánica en el suelo. La transformación del material proveniente de las coberteras vegetales a materia orgánica requiere de la participación de microorganismos del suelo, sin éstos no ocurriría este proceso (Kallenback *et al.*, 2016; Paul, 2016).

De los 11 elementos analizados en las diferentes profundidades del suelo, siete presentaron una mayor concentración en los primeros 30 cm del perfil los cuales fueron P-PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>, Zn<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>, Cu<sup>++</sup> y Mn<sup>++</sup> ( $p < 0.05$ ) (Cuadros 4, 5 y 6), mientras que la concentración de nitrato, sodio y calcio no fue afectada por la profundidad del suelo. La mayor concentración de nutrientes en la parte superior del suelo está asociada al contenido de materia orgánica, las cual fue cuatro veces más alta en la capa más superficial.

**Cuadro 4. Efecto de la cobertera después de 10 años de establecida en contenido de nitrato, fosfato y potasio.**

Factor	Tratamiento	Macronutriente		
		N-NO <sub>3</sub> (ppm)	P-PO <sub>4</sub> (ppm)	K <sup>+</sup> (ppm)
Cobertera	Con maleza	24.65 a	72 a	149.5 a
	limpio	20 b	77.8 a	141.75 a
Profundidad (cm)	30	24.66 a	122.88 a	236.13 a
	60	22.16 a	61.21 b	111.88 b
	90	20.2 a	40.62 b	88.88 b

CV= 19.2; CV= 25.05; CV= 16.3.

**Cuadro 5. Efecto de la cobertera después de 10 años de establecida en el contenido de calcio, magnesio y azufre.**

Factor	Tratamiento	Macronutriente		
		Ca <sup>++</sup> (ppm)	Mg <sup>++</sup> (ppm)	S <sup>=</sup> (ppm)
Cobertera	Con maleza	9 452.5 a	338.33 a	52.92 a
	limpio	9 916.7 a	328.33 a	48.17 a
Profundidad (cm)	30	8 385 a	392.5 a	54.63 a
	60	9 905 a	296.25 ab	49.13 a
	90	10 764 a	311.25 b	47.88 a

CV= 20.8; CV= 21.5; CV= 55.6.

**Cuadro 6. Efecto de la cobertera después de 10 años de establecida en el contenido de micronutrientes.**

Factor	Tratamiento	Micronutriente				
		Zn <sup>++</sup> (ppm)	Fe <sup>++</sup> (ppm)	Cu <sup>++</sup> (ppm)	Mn <sup>++</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)
Cobertera	Con maleza	3.09 a	1.34 a	1.69 a	2.85 a	137.08 a
	Limpio	2.58 a	1.01 b	1.4 b	1.65 b	148.67 a
Profundidad (cm)	30	5.66 a	1.5 a	2.57 a	3.82 a	131.13 a
	60	1.57 b	1.12 ab	1.08 b	1.72 b	142.88 a
	90	1.27 b	0.91 b	0.97 b	1.21 b	154.63 a

CV= 36; CV= 29.1; CV= 15.6; CV= 27.8; CV= 38.1.

Pueden existir varias razones para explicar la marcada diferencia en concentración de iones en el perfil del suelo; por ejemplo, Arenas *et al.* (2015) mencionan que las coberteras aportan nutrientes al suelo través de sus raíces tomando cationes de las capas profundas y liberándolos posteriormente a las capas superficiales. El incremento de macroelementos anteriormente mencionados en los primeros 30 cm el suelo, puede deberse también a que estos se mueven junto con el agua hacia la parte superior del perfil del suelo ya que la manguera de riego estuvo enterrada a 30 cm de profundidad.

La maleza que se presenta en huertas de nogal se reporta que provoca disminuciones en el crecimiento de árboles jóvenes (Norton y Storey, 1970); sin embargo, no existen evidencias respecto al efecto de las mismas en los árboles adultos, especialmente en el rendimiento. En el Cuadro 7 se presenta que el rendimiento de los árboles adultos de nogal en el presente experimento fue alternante y que la presencia de cobertera vegetal no tuvo ningún efecto ( $p < 0.05$ ).

La cobertera vegetal podría mejorar el rendimiento del nogal si esta permanece por más tiempo ya que la fertilidad del suelo podría aumentar; en efecto, Martínez *et al.* (2012) mencionan que una cobertera vegetal no mostró cambios significativos en la fertilidad y salinidad del suelo después de cinco años de establecida una huerta de nogal. Los resultados de este trabajo indican que la cobertera vegetal constituida de maleza puede darle sostenibilidad al agroecosistema nogal pecanero si esta se mantiene por largos periodos de tiempo.

**Cuadro 7. Rendimiento de nuez bajo los tratamientos durante el período de evaluación.**

Año de cosecha	Rendimiento de nuez (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Con cobertura	Limpio
2007	4150 a	3 780 a
2008	670 a	358 b
2009	3 500 a	3 592 a
2010	420 a	380 a
2011	2 620 b	3 060 a
2012	550 a	540 a
2013	2 938 a	2 861 a
2015	1 719 a	1 610 a
2016	2 138 a	2 055 a
Promedio	2 078 a	2 066 a

## Conclusiones

La cobertera vegetal viva utilizando la maleza presente en el huerto de nogal, conformada principalmente por gramíneas anuales, aumentó el contenido de materia orgánica y la mayoría de los nutrientes requeridos por el árbol, especialmente en los primeros 30 cm del suelo.

La cobertera vegetal no provocó problemas de interferencia con el árbol ya que el rendimiento fue similar al testigo limpio.

## Literatura citada

- Aibar, J.; Delgado, I.; Gomez-Aparisi, J. and Zaragoza, C. 1990. Preliminary results from the planting of ground cover crops in a peach orchard. *In: Actas de la Reunión de la Sociedad Española de Malherbología*. 189-197 pp.
- Arenas, A. F. J.; Hervalejo G. A. y De Luna A. E. 2015. Guía de cubiertas vegetales en cítricos. Folleto s/No. Sevilla 2015. Editado por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. 12 p.
- Arquero, Q. O.; Serrano, C. N.; Lovera, M. M y Romero, C. A. 2015. Guía de cubiertas vegetales en almendro. Folleto s/No. Sevilla 2015. Editado por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. 32 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4<sup>a</sup>. Ed. Offset Larios. México, DF. 115 p.
- Gómez-Aparisi, J.; Aibar, J.; Zaragoza, C. and Carrera, M. 1993. Influence of soil management system in the evolution of humidity and characteristics of the soil in a pear orchard. 6<sup>th</sup> Intern. Sympos. On Pear Growing, ISHS, Oregon St at. Univ., Corvallis, USA. 72 p.
- Hoseini, E. S. and Delbari, M. 2015. Column leaching experiments on saline soils of different textures in Sustain plain. *Desert*. 20(2):207-2015.
- Kallenback, C. M.; Frey, S. D. and Grandy, S. 2016. Direct evidence for microbial-derived soil organic matter formation and its ecophysiological controls. *Nature Comm.* 7:13630.

- Klik, A.; Rosner, J. and Loiskandl, J. 1998. Effects of temporary and permanent soil cover on grape yield and soil chemical and physical properties. *J. Soil and Water Cons.* 53(3): 249-525.
- Martínez-Díaz, G. 2010. Efecto de maleza y especies de leguminosas en humedad del suelo y rendimiento de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). *In: Memoria del XI simposio Internacional de nogal pecanero.* INIFAP-CIRNO-CECH. Hermosillo, Sonora. Memoria Científica núm. 1. 120-123 pp.
- Martínez-Díaz, G. 2012. Estudio de seis años sobre el efecto de las coberturas vegetales vivas en el suelo y árbol de nogal pecanero. *In: Memoria del XIII Simposio Internacional de nogal pecanero.* INIFAP-CIRNO-CECH. Hermosillo, Sonora. Memoria técnica núm. 3. 67-72 pp.
- Norton, J. A. and Storey, J. B. 1970. Effect of herbicides on weed control and growth of pecan trees. *Weed Sci.* 18:522-524.
- Paul, E. A. 2016. The nature and dynamics of soil organic matter: inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biol. Biochem.* 98:109-126.
- Rebolledo-Martínez, A.; Del Ángel-Pérez, A. L.; Megchúm-García, J. V.; Adame-García, J.; Nataren-Velázquez, J. y Capetillo-Burela, A. 2011. Coberturas vivas para el manejo de malezas en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 13:327-338.
- Ruiz, C. J. A.; Medina, G. G.; Grageda, G. J.; Silva, S. M. M. y Díaz P. G. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sonora (periodo 1961-2003). INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. Libro técnico núm. 1. 171 p.
- Tarango, R. S. H. 2010. Manejo de la cubierta vegetal en nogaleras con fertirriego. INIFAP-CIRNO-C. E. Delicias. Cd. Delicias Chihuahua. Folleto técnico núm. 34. 24 p.
- Teasdale, J. R.; Besat, E. E. and Potts, E. W. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Sci.* 39(2):195-199.
- Transviña, B. A.; Bórquez, O. R.; Leal, A. J.; Castro, E. L. y Gutiérrez, C. M. 2017. Rehabilitación de suelos con yeso agrícola en un cultivo de nogal en el Valle del Yaqui. *Terra Latinoam.* 36(1):85-90.
- Wells, M. L. 2009. Pecan nutrient element status and orchard soil fertility in the southeastern coastal plain of the United States. *HortTechnol.* 19(2):432-438.