

Manejo de la cubierta vegetal en nogaleras con fertirriego



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL DELICIAS**

Manejo de la cubierta vegetal en nogaleras con fertirriego

Socorro Héctor Tarango Rivero

M.C. Investigador en nogal pecanero

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Folleto técnico No. 34 • 2010

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

Lic. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Antonio Ruiz García
Subsecretario de Desarrollo Rural

Lic. Pedro Adalberto González Hernández
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Enrique Astengo López
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

Dr. Homero Salinas González
Director Regional

Dr. Uriel Figueroa Viramontes
Director de Investigación

M.C. Manuel Gustavo Chávez Ruíz
Director de Coordinación y Vinculación Chihuahua

CAMPO EXPERIMENTAL DELICIAS

Dr. Jesús Arturo Payán García
Jefe de Campo

Campo Experimental Delicias, 2010
km 2 carretera Delicias-Rosales
Apartado postal 81
Cd. Delicias, Chihuahua, México, CP 33000
Tel. 01(639) 472-19-74
www.inifap.chihuahua.gob.mx

Contenido

1. Introducción	4
2. Cubierta vegetal del suelo	4
2.1. Ventajas	5
2.2. Desventajas	6
3. Metodología	7
3.1. Sitio experimental	7
3.2. Diseño experimental	7
3.3. Variables	8
4. Resultados	9
4.1. Crecimiento	9
4.2. Rendimiento	10
4.3. Calidad de nuez	11
4.4. Estado nutrimental del árbol	12
4.5. Aporte de materia seca	15
4.6. Materia orgánica en el suelo	17
4.7. Contenido de humedad en el suelo	17
5. Conclusiones	19
AGRADECIMIENTOS	20
6. Literatura citada	20

MANEJO DE LA CUBIERTA VEGETAL EN NOGALERAS CON FERTIRRIEGO

1. Introducción

El nogal pecanero *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch es un frutal en proceso de domesticación y los componentes de su manejo rentable y sostenible continúan generándose con la investigación (Wood 1991, 2006). En cuanto al manejo del suelo, el conjunto de plantas arvenses que crecen en él tradicionalmente se tratan bajo el concepto de 'maleza', según el cual hay que eliminarlas mediante el laboreo y/o la aplicación de herbicidas. No obstante, la cubierta de plantas nativas puede integrarse como un componente de manejo de las nogaleras, mediante el conocimiento específico de sus beneficios y desventajas.

En nogaleras de regiones semiáridas el manejo del agua y los nutrimentos es clave para la productividad, dado que son recursos escasos. El tratamiento que se dé a la cubierta vegetal tiene un efecto directo en la conservación o pérdida de la humedad y de la fertilidad. En México prevalece la práctica del laboreo intensivo en las nogaleras, lo cual aumenta los costos de cultivo y causa un deterioro progresivo del suelo (González 2007). Una cubierta de plantas nativas no tiene un costo de establecimiento y por su rusticidad algunas especies requieren agua, nutrimentos y manejo mínimos. En este trabajo se presenta el efecto de cuatro esquemas de manejo de la cubierta vegetal en el suelo y en los nogales, en condiciones de fertirrigación.

2. Cubierta vegetal del suelo

Las coberturas en una nogalera tienen efectos múltiples, con ventajas y desventajas. Por ello, para que una especie vegetal sea seleccionada para su aprovechamiento en las huertas debe tener características muy definidas: a) adaptarse al manejo de las huertas (Bugg 1991); b) no competir con los nogales o hacerlo mínimamente (Apel y Hinrichs 1977); c) formar un cultivo denso, suprimir la maleza y resistir las heladas (Ree 1991); d) mejorar la fertilidad del suelo (Skerman 1977); e) establecerse rápidamente y autorresembrarse de manera consistente (Apel y Hinrichs 1977); f) fijar grandes cantidades de nitrógeno, en el caso de las leguminosas (Wesley 1975); g) las de invierno fomentar la presencia abundante de insectos benéficos cuando crece la población de áfidos en la primavera (Tedders 1983); y h) si es permanente, tener mínima necesidad de segado (Elmore 1989) y permitir la cosecha mecánica (Apel y Hinrichs 1977).

2.1. Ventajas

El objetivo de establecer una cobertura es el primer indicador para su selección: leguminosas para el aporte de nitrógeno, gramíneas y crucíferas para reducir pérdidas de nitratos, las especies que atraigan insectos benéficos para el fomento del control biológico, etcétera (Shennan 1992). Por su parte, una cubierta de plantas arvenses bien manejada aporta cantidades importantes de materia orgánica, de ninguno o muy bajo costo (Alben 1953). Alrededor de este componente gira toda la actividad biológica del suelo y por ende su fertilidad (Alexander 1980). El aporte de materia orgánica se hace al incorporar las coberturas y cuando son ricos en ella los suelos mejoran sus características físicas y químicas: retienen más humedad, tienen menor problema de compactación y aprovechan mejor los fertilizantes (Buckman y Brady 1977). Por su parte, los suelos de las regiones semiáridas son muy pobres en materia orgánica, situación que se acentúa por el bajo aporte de ésta a las huertas y el carácter intensivo del cultivo de nogales (González 2007).

Las leguminosas son muy importantes en la economía del nitrógeno del suelo, cuyos tejidos al descomponerse le aportan este nutrimento. En las huertas el efecto benéfico en este sentido es a largo plazo, siempre y cuando las coberturas produzcan altos rendimientos de materia seca (Wesley 1975). Por el contrario, una cobertura de gramíneas reduce el nitrógeno disponible para los árboles. En manzanos, Atkinson (1983) encontró que una cubierta de pasto y el riego favorecen la emisión de raíces laterales y su micorrización. Si este comportamiento ocurre en nogales, las coberturas que incluyan pastos podrían ser un componente de manejo en las nogaleras, considerando que la raíz del nogal carece de pelos absorbentes y que una parte importante de la absorción de nutrimentos la realizan raíces micorrizadas (Brison 1976, Hanna 1987).

El cultivo e incorporación de coberturas protege al suelo, disminuye la erosión y la pérdida de nutrimentos por lixiviación, como calcio, magnesio (Skroch y Shribbs 1986) y nitratos (Shennan 1992). Por el contrario, el laboreo intensivo del suelo reduce significativamente sus reservas de materia orgánica (Hernández et al. 1992, González 2007). El reciclaje intensivo de la materia orgánica en la capa superficial del suelo hace al zinc más disponible, lo cual junto con la proliferación de raicillas alimentadoras en dicho estrato gracias al no laboreo, minimizan la deficiencia de este nutrimento en los nogales; ambos efectos son favorecidos por las coberturas (Sparks 1989).

Las coberturas también mejoran la porosidad y contribuyen a disminuir la compactación del suelo, al reducir la necesidad de laboreo y proveer un efecto de amortiguamiento al tráfico de maquinaria (Apel y Hinrichs 1977, Wood et al. 1983, González 2007). Cabe señalar que la compactación del suelo disminuye la infiltración del agua, la aireación y el crecimiento y adecuado funcionamiento de las raíces del nogal; y aunque el rastreo descompacta el suelo superficial, a largo plazo ocasiona la formación de «piso de arado» (Miyamoto 1993, Chapman et al. 1993). Los

nogales cuyas raíces crecen en un suelo compacto y mal aireado son de menor tamaño, su follaje presenta clorosis, sufren mayor deficiencia de zinc y caída de frutos (Drew y McEachern 1990).

2.2. Desventajas

Los cultivos intercalados o la vegetación nativa compiten con los árboles por nutrimentos del suelo, siendo este efecto más marcado con los pastos (Skroch y Shribbs 1986, Goff et al. 1991). En un periodo de tres años, Foshee et al. (1995) encontraron que el tronco de árboles jóvenes cuya zona radical se mantuvo libre de plantas creció un 47% más que el de aquellos con cubierta vegetal. Kilby (1979) observó que al sembrar avena en invierno y mantenerla segada en primavera, el crecimiento de nogales Western se reduce un 18% y el rendimiento un 64% el mismo año; al incorporar la avena al inicio de primavera el crecimiento no se afecta, pero la producción de nueces disminuye en 36%. Estos investigadores señalan que para eliminar dicho efecto de competencia las coberturas sólo deben sembrarse en las calles de la huerta, separadas un metro de la línea de goteo de los árboles.

También ocurre una competencia por la humedad del suelo entre la cubierta vegetal y los árboles (Ree 1994), por lo que se recomienda que en las regiones donde el agua es limitante, la parte del suelo donde se encuentra la mayor cantidad de raíces absorbentes del nogal permanezca sin vegetación y en las calles de la huerta ésta sea continuamente segada (Elmore 1996). Así por ejemplo, una cubierta de vegetación nativa consume un 35% y una de trébol fresa un 23% más agua que el suelo limpio con herbicidas, sin laborar (Prichard et al. 1989). Sin embargo, de acuerdo con Blackmon (1948) e Ingels et al. (1994), las coberturas de invierno compiten poco con los árboles por la humedad, además de que a largo plazo el aporte de materia orgánica mejora la capacidad de retención de agua de los suelos. Además, un suelo pierde más humedad cuando es sujeto a laboreo continuo que cuando está cubierto con pastos o leguminosas (Skroch y Shribbs 1986).

Worley y Carter (1973) aclaran que dichas desventajas se eliminan si la nutrición y el riego de las coberturas se manejan complementariamente, o se minimizan segando con frecuencia la cubierta vegetal (Skroch y Shribbs 1986). Wood et al. (1983) mencionan que si una cubierta vegetal madura temprano en el ciclo, no competirá con los nogales en la época de crecimiento de éstos. Por su parte, el laboreo superficial en los meses de abril y mayo favorece el aprovechamiento de los fertilizantes y previene deficiencias de agua por competencia de la vegetación del piso de la huerta (McEachern 1982).

Un caso aparte lo constituyen las plantas silvestres (arvenses). En las nogaleras regionales son muy comunes las infestaciones de varias especies arvenses de hoja ancha y distintos zacates, plantas que se caracterizan por tener una tasa diaria de crecimiento y una capacidad reproductiva y de diseminación altas (Anderson 1983); esto significa que son fuertes competidoras para los árboles. Específicamente, del zacate gramma *Cynodon dactylon* hay investigadores que opinan que no debe dejarse como cobertura en las huertas, pues dados sus hábitos de crecimiento compite mucho por la humedad (Hinrich 1976) y por nutrimentos a los nogales, particularmente por el nitrógeno (McEachern 1982).

3. Metodología

El estudio se realizó en Delicias, Chihuahua, durante los años 2007, 2008 y 2009.

3.1. Sitio experimental

El trabajo se estableció en la huerta 'Rancho Trincheras'. El material vegetal fueron nogales de la variedad Western, en producción, de 12 años de edad al inicio del estudio. Los árboles están plantados a 12x12 m y cada uno cuenta con un aspersor de 250 LPH para su riego. El suelo es de textura arena migajonosa, muy pobre en materia orgánica, pH moderadamente alcalino (8.4) y baja salinidad ($CE= 0.87 \text{ dS m}^{-1}$).

El manejo de los nogales incluyó una poda de aclareo y despunte en febrero. Se aplicó la fórmula de fertilización 100-10-20, usando como fuentes urea, biosólidos y nitrato de potasio. Dicha dosis se fraccionó en siete aplicaciones, las cuales se hicieron según la fenología del nogal (Tarango 2006). Del 15 de marzo al 25 de septiembre de cada año se irrigaron cada ocho días. A todos los árboles del experimento se les asperjó una solución de 200 mL de nitrato de zinc (17%) en 100 L de agua, dos veces en abril, dos en mayo y una en junio. Los insectos se trataron con el criterio de manejo integrado de plagas, con énfasis en el control biológico.

3.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado y seis repeticiones por tratamiento. Cada nogal fue una repetición; los árboles se asignaron a los distintos tratamientos por similitud de diámetro de tronco. Se evaluaron los siguientes tratamientos:

1. Segado total y continuo de la cubierta vegetal en la zona de goteo de los nogales. La especie predominante en este tratamiento fue el zacate gramma *C. dactylon*. Se hicieron ocho cortes por ciclo.
2. Cubierta vegetal semipermanente en la zona de goteo de los árboles. La hierba se segaba cuando cada generación de plantas maduraba. Se hicieron cuatro cortes por ciclo.
3. Aplicación de herbicida en la zona de goteo de los nogales a cada generación de hierba. Se hicieron tres aplicaciones por ciclo de glifosato (Durango, 100 mL/10 L de agua).
4. Rastreo periódico de la cubierta vegetal en la zona de goteo de los árboles. Se hicieron siete rastreos por ciclo.

3.3. Variables

Crecimiento, rendimiento y estado nutrimental. Cada año se evaluó el crecimiento de los árboles, midiendo en junio la longitud del brote fructífero (un brote por cada cuadrante del nogal, a 1.5 m de altura). En octubre se determinó el rendimiento (kg de nuez/árbol) y la calidad de la nuez (g/nuez y porcentaje de almendra). La primera semana de agosto de cada año se recolectaron 20 folíolos por árbol (dos por brote fructífero) para su análisis nutrimental, el cual se hizo en el Laboratorio UNIFRUT, en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, asociado al Programa de Calidad e Intercomparación de Análisis de Suelo y Planta, del Colegio de Postgraduados y la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

Materia orgánica del suelo. Cada año y al final del ciclo vegetativo se analizó el suelo para determinar su contenido de materia orgánica. Se tomó una muestra por árbol de 5-30 cm de profundidad (en el centro de la zona de goteo); el análisis se hizo en el Laboratorio UNIFRUT.

Contenido de humedad del suelo. Durante primavera y verano, una vez por semana se midió el contenido de humedad del suelo a 25 cm de profundidad, en el centro de la zona de goteo de los árboles, en el cuadrante oeste. Se utilizó un medidor dieléctrico con sondas fijas marca ECH₂O Check®.

Aporte de materia seca. En la nogalera Granja Pita, con un esquema de fertirriego y segado de la hierba, se estimó la cantidad de materia seca aportada por cada corte de la cubierta natural, por hectárea. Una muestra de 1 m² se colocó en bolsas de papel y se secó hasta peso constante en un secador solar. Se identificaron las principales especies de arvenses en cada corte.

Análisis estadístico. Los datos se sometieron a un análisis de varianza según un diseño completamente aleatorizado; la separación de medias se hizo con la Prueba de Tukey. Se utilizó el paquete estadístico SAS 8.2 (SAS Institute 2001).

4. Resultados

4.1. Crecimiento

En nogales pecaneros adultos el vigor del brote determina la productividad del árbol, pues a mayor longitud más hojas y frutos son formados y las almendras mejor llenadas (Sparks y Heath 1972). Dado que la fase de crecimiento del brote es muy corta en nogales adultos, la provisión adecuada de agua y nutrimentos tiene un efecto determinante en su vigor (Marquard 1990). En el cuadro 1 se muestra que la longitud del brote fructífero fue menor en los árboles que tuvieron cubierta vegetal sin cortar; no obstante, el efecto acumulado en tres años es apenas 6.5% menor que donde se segó o aplicó herbicida, y sin diferencia estadística. En los tratamientos de segado periódico y aplicación de herbicida el crecimiento fue igual, y cuando el suelo se rastreó el brote creció un 7.5% más, en promedio. La planta dominante de la cobertura fue el zacate gramma, cuyo efecto de competencia resultó minimizado tanto por el segado como por la provisión continua de agua y nutrimentos (fertirriego).

Cuadro 1. Longitud del brote fructífero (LBF) de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en tres años. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	LBF (cm)			
	2007	2008	2009	Promedio ¹
Segado	9.4	16.3	20.1 ab ²	15.3
Enhierbado	10.1	15.7	16.8 b	14.3
Herbicida	10.3	17.5	17.9 ab	15.4
Rastreo	11.2	17.3	21.2 a	16.6
Pr>F	0.358	0.427	0.031	0.123

¹De todas las observaciones de los tres años.

²Medias con distinta letra son diferentes al 0.05 (Tukey).

4.2. Rendimiento

La productividad de un nogal depende de la integración de buenas prácticas de manejo, como poda, riego, fertilización y control de plagas (Sparks 1991). En el primer año del estudio la producción de nueces por árbol fue igual entre tratamientos; en el segundo ciclo el rendimiento fue mayor en los nogales con cubierta vegetal segada o tratada con herbicida, aunque sin diferencia estadística. Al tercer año ya es consistente y estadísticamente diferente la reducción del rendimiento según el manejo del suelo; cuando se deja crecer la hierba el nogal produce 4.3 kg menos de nuez en comparación a cuando se siega, y cuando se rastrea 3.9 kg menos que al aplicar herbicida (cuadro 2). En promedio de los tres años, la producción disminuyó 16% cuando la hierba creció libremente y 18.5% cuando se controló mediante el rastreo.

Cuadro 2. Rendimiento de nuez de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en tres años. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	kg/árbol ¹			
	2007	2008	2009	Promedio ²
Segado	8.9	22.1	18.2 a ³	16.4
Enhierbado	9.0	18.3	13.9 b	13.7
Herbicida	9.8	21.2	17.6 a	16.2
Rastreo	9.0	17.2	13.7 b	13.3
Pr>F	0.951	0.240	0.045	0.234

¹De 12 a 14 años de edad.

²De todas las observaciones de los tres años.

³Medias con distinta letra son diferentes al 0.05 (Tukey).

Es evidente al segundo año y muy claro al tercer ciclo, que la competencia por agua y nutrimentos de las hierbas a libre crecimiento afecta la producción de nueces (cuadro 2, McEachern 1982). Lo mismo causa el rastreo, debido principalmente a la destrucción de raicillas alimentadoras y micorrizas superficiales y a la pérdida de humedad del suelo (Skroch y Shribbs 1986, Sparks 1989, Storey 1990). Conviene resaltar que el tratamiento enhierbado produce igual que cuando las arvenses se controlan con rastreo, lo cual puede significar que en condiciones de fertirriego la competencia por agua y nutrimentos entre los nogales y las hierbas se modifica y/o se disminuye.

En promedio de los tres años de estudio, los nogales produjeron lo mismo tanto con hierba segada como controlada con herbicida. Esto sugiere que dichas herramientas se pueden

combinar para hacer un manejo integrado de la cubierta vegetal en huertas con fertirriego, y reducir así las desventajas de emplear sólo una de ellas.

4.3. Calidad de nuez

Las variables básicas de calidad de una nuez pecanera son tamaño y porcentaje de almendra. Una almendra bien llena depende de la provisión de agua y nutrimentos durante su formación, particularmente de N, P y K (Sparks 1989) y de un adecuado control de áfidos (Wood 1991). El tamaño de la nuez no resultó significativamente afectado por ninguno de los tratamientos de manejo de la cubierta del suelo (cuadro 3). El año de baja (2007) y el de mediana (2009) cosecha la nuez fue de mayor tamaño que el valor estándar de referencia de 6.5 g (Sparks 1992), y el año de alta producción (2008) dicha variable fue igual en todos los tratamientos que el estándar.

Cuadro 3. Tamaño de nuez de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en tres años. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	g/nuez			
	2007	2008	2009	Promedio ¹
Segado	7.6	6.3	8.0	7.3
Enhierbado	7.4	6.5	7.8	7.2
Herbicida	7.6	6.5	8.3	7.4
Rastreo	7.3	6.5	7.9	7.2
Pr>F	0.438	0.649	0.148	0.764

¹De todas las observaciones de los tres años.

Lo anterior indica que en esta variable el manejo del agua y la nutrición con el esquema de fertirriego implementado es eficaz aun con la cubierta vegetal sin segar, donde el efecto de competencia aparente es mayor. Se encontró que el nogal es ligeramente sensible a la competencia de la hierba durante la fase de llenado de almendra. Únicamente el primer año hubo diferencia estadística en esta variable, a favor de los tratamientos con segado y herbicida (cuadro 4). El año de baja (2007) y el de mediana (2009) cosecha el porcentaje de almendra fue mayor que el valor estándar de referencia de 57.5% para la variedad Western (Herrera 2008), y el año de alta producción (2008) dicha variable fue menor en todos los tratamientos que el estándar.

En los tres años y en el promedio de todas las observaciones no hubo diferencia estadística entre los árboles con hierba segada o tratada con herbicida, aunque se nota una ligera tendencia a que el llenado de la nuez mejore cuando suelo de la zona de goteo está limpio y sin laborar. Con dos variables tan sensibles al aporte de agua y nutrimentos, como son el tamaño y el llenado del fruto, y con sistemas de manejo de la cubierta vegetal tan diferentes, se infiere que la provisión de agua y nutrimentos con programas de fertirriego basados en la fenología del nogal pecanero permiten una alta eficacia en dichas prácticas culturales (Tarango 2006).

Cuadro 4. Porcentaje de almendra de la nuez de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en tres años. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	Almendra (%)			
	2007	2008	2009	Promedio ¹
Segado	59.8 ab ²	55.3	59.5	58.2
Enhierbado	59.3 b	55.8	59.2	58.1
Herbicida	60.9 a	56.0	59.8	58.9
Rastreo	59.0 b	56.1	59.7	58.2
Pr>F	0.009	0.665	0.661	0.679

¹De todas las observaciones de los tres años.

²Medias con distinta letra son diferentes al 0.05 (Tukey).

4.4. Estado nutrimental del árbol

El rendimiento de un nogal pecanero se relaciona directamente con su estado nutrimental, según Sparks (1989) y Smith (1991), quienes han sumariado la concentración foliar suficiente (CFS) de los distintos nutrimentos para que un nogal sea productivo. Para el nitrógeno (N) la CFS es de 2.5 a 2.8%, y en el primer año los tratamientos enhierbado, con herbicida y con rastreo estuvieron en dicho rango; la cobertura segada fue la que tuvo menos N foliar (cuadro 5). El segundo y tercer años la concentración del nutrimento alcanza un nivel óptimo en todos los tratamientos. De todas las observaciones en los tres años de estudio, el promedio de N foliar fue: segado 2.64%, enhierbado 2.68%, herbicida 2.68% y rastreo 2.73%; no hubo diferencia estadística (Pr>F= 0.647).

Cuadro 5. Concentración foliar (%) de macronutrientos de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en tres años. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
<i>2007</i>					
Segado	2.42	0.20 ab	0.69	1.58	0.32
Enhierbado	2.55	0.18 b	0.85	1.43	0.31
Herbicida	2.49	0.22 a	0.70	1.79	0.29
Rastreo	2.64	0.18 b	0.75	1.52	0.31
Pr>F	0.099	0.005	0.063	0.171	0.737
<i>2008</i>					
Segado	2.83	0.19 a	0.65	2.11	0.39
Enhierbado	2.77	0.17 ab	0.77	2.09	0.38
Herbicida	2.80	0.19 a	0.80	2.42	0.39
Rastreo	2.74	0.15 b	0.78	2.06	0.34
Pr>F	0.515	0.002	0.099	0.343	0.607
<i>2009</i>					
Segado	2.72	0.14	0.65	2.00	0.36
Enhierbado	2.79	0.14	0.76	1.88	0.40
Herbicida	2.83	0.13	0.71	2.20	0.38
Rastreo	2.91	0.15	0.83	2.13	0.40
Pr>F	0.408	0.183	0.384	0.703	0.943

*Medias con distinta letra son diferentes al 0.05 (Tukey).

Dado que el N es un nutrimento clave para mantener una buena producción y una baja alternancia en este frutal (Wood 1991, 2002), es relevante que con un programa de fertirriego que fraccione el nitrógeno en siete aplicaciones (en fases fenológicas críticas del nogal), el efecto de competencia de la cubierta de plantas nativas sea mínimo. El contenido de N foliar ligeramente menor en el tratamiento de hierba segada se debe a un mayor crecimiento y producción de los nogales (cuadros 1 y 2). También resulta notable que con un buen manejo del agua, fertilizantes y suelo (no laboreo para cuidar raicillas alimentadoras y micorrizas de los árboles) la hierba a libre crecimiento, particularmente el zacate gramma, no compita significativamente por el N.

La CFS para el fósforo (P) es de 0.18 a 0.22% y en los árboles de todos los tratamientos la concentración se encuentra en dicho rango en los primeros dos años (cuadro 5). No se encontró una tendencia clara entre formas de manejo del suelo para este elemento. La CFS para el potasio (K) es de 1.0 a 1.3%, y en todos los tratamientos estuvo deficiente, lo cual se

relaciona con la naturaleza arenosa del suelo de la huerta (Brison 1976). Si bien no hay diferencia estadística, se observa que la cubierta permanente y segada le compita más a los árboles por el K, como ha sido reportado que ocurre con los pastos en otros frutales (Skroch y Shribbs 1986). La CFS para el calcio (Ca) es de 1.2 a 1.5% y la del magnesio (Mg) es de 0.32 a 0.5%; en todos los tratamientos dichos elementos se encuentran en el rango normal y no se encontró ninguna tendencia según el manejo del suelo.

La CFS para el zinc (Zn) es de 50 a 100 mg/kg; en el primer año los cuatro tratamientos exhibieron una deficiencia moderada, en el segundo y tercero todos muestran una concentración normal (cuadro 6). El Zn es aportado básicamente con aspersiones foliares, aunque una fracción es absorbida por las raíces. Hay una mayor provisión edáfica del nutrimento en el tratamiento enhierbado, lo cual puede estar relacionado con una mayor actividad microbiana y reciclaje de la materia orgánica y a la micorrización superficial (Atkinson 1983, Sparks 1989). Por el contrario, se detecta que el uso continuo de herbicidas favorece la deficiencia de Zn en los nogales, tal como ha sido observado en huertas de Estados Unidos (Goff et al. 1991), efecto que en parte puede atribuirse a la disminución de la actividad biológica en el suelo superficial (Alexander 1980, Campbell 1987).

Cuadro 6. Concentración foliar (mg/kg) de micronutrientes de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en tres años. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	Zn	Fe	Cu	Mn	B
<i>2007</i>					
Segado	36	48	6.8 ab	141 a	74 b
Enhierbado	41	52	7.0 ab	72 b	122 a
Herbicida	31	46	5.7 b	166 a	130 a
Rastreo	35	46	7.7 a	154 a	122 a
Pr>F	0.082	0.306	0.012	0.002	0.019
<i>2008</i>					
Segado	87	78 b	8.2	222 a	118 a
Enhierbado	110	97 a	7.9	105 b	81 b
Herbicida	85	75 b	7.0	220 a	89 ab
Rastreo	79	81 b	7.0	206 a	84 b
Pr>F	0.140	0.003	0.208	0.006	0.021
<i>2009</i>					
Segado	77	61	7.1	125	129
Enhierbado	88	66	7.3	88	116
Herbicida	61	60	7.1	117	136
Rastreo	84	64	6.5	146	136
Pr>F	0.119	0.893	0.850	0.313	0.814

*Medias con distinta letra son diferentes al 0.05 (Tukey).

La CFS para el hierro (Fe) es de 50 a 100 mg/kg; en el primer año todos los árboles estuvieron deficientes, con excepción del tratamiento enhierbado; para el segundo y tercer ciclos el elemento apareció en una concentración normal, sin diferencia estadística (cuadro 6). Aparentemente, la presencia de arvenses también favorece la disponibilidad y absorción de Fe en suelo no disturbado. La CFS para el cobre (Cu) es de 10 a 15 mg/kg y en los tres años los nogales de todos los tratamientos estuvieron deficientes; no se observó ninguna tendencia. La CFS para el manganeso (Mn) es de 100 a 300 mg/kg; todos los árboles se encuentran en el rango normal, con una tendencia a tener menos Mn los nogales con cubierta vegetal a libre crecimiento (cuadro 6). La CFS para el boro (B) es de 50 a 150 mg/kg; en los tres años y en todos los tratamientos se encontró en el rango de suficiencia y no se detecta algún efecto debido a tratamientos.

4.5. Aporte de materia seca

La cubierta vegetal de plantas nativas es una fuente valiosa de materia orgánica para el suelo (Buckman y Brady 1977, Alexander 1980). En los cuadros 7 y 8 se presenta la cantidad de materia seca que aporta una cobertura natural durante la primavera y verano en una nogalera con fertirriego y árboles de dos tamaños. En la huerta con nogales adultos la producción de materia seca por las arvenses fue mayor, esto debido al mayor aporte de agua y fertilizantes. También, el ciclo 2008 produjo una cobertura más abundante debido a la presencia de un buen temporal lluvioso.

Cuadro 7. Cantidad de materia seca aportada por las plantas de la cubierta natural en una huerta con nogales adultos, fertirriego y segado continuo, en tres años. Meoqui, Chihuahua.

Fecha de segado	t/ha			Especie de arvense*
	2007	2008	2009	
16 may	3.32	3.40	2.06	B, G, M, D
5 jun	1.64	2.20	1.90	B, G, D, A
9 jul	1.55	1.90	3.10	G, P, D, L
28 jul	1.00	3.50	2.05	G, P
18 ago	2.80	2.80	1.75	G, P
4 sep	0.81	3.60	1.90	G, P, M
1 oct	0.87	2.70	2.90	G
15 oct	0.40	1.20	1.80	G
Total/año	12.39	21.30	17.46	

*Especies predominantes.

A= acederilla, B= zacate bromo, D= diente de león,

G= zacate gramma, L= lentejilla, M= malva, P= zacate pegarropa.

Se estimó que en una huerta con nogales adultos la materia seca que aportan el tallo, hojas y flores de la cubierta natural varía de 12 a 21 t/ha/ciclo, con un promedio de 17 t; en una con árboles jóvenes (12-14 años de edad) de 11 a 14 t/ha/ciclo. A dichas cantidades puede sumarse alrededor de un 50% que aporta el sistema radical de las plantas herbáceas (Buckman y Brady 1977). Esto significa que las arvenses que crecen en las huertas son una fuente sustancial de materia orgánica, de bajo costo. Y como se observa en los cuadros 1, 2, 3, 4, 5 y 6, en condiciones de fertirriego y segado continuo la cubierta vegetal natural no ejerce una competencia detectable para los nogales en producción.

Cuadro 8. Cantidad de materia seca aportada por las plantas de la cubierta natural en una huerta con nogales jóvenes, fertirriego y segado continuo, en tres años. Mecoqui, Chihuahua.

Fecha de segado	t/ha			Especie de arvense*
	2007	2008	2009	
16 may	1.95	2.10	1.25	D, B, G, M
5 jun	1.10	1.90	1.32	D, A, G, B
9 jul	1.19	1.60	1.85	D, G, A, P
28 jul	1.30	1.60	1.87	G, P, D
18 ago	3.10	1.75	1.68	G, P
4 sep	0.88	1.25	1.80	G, P, M
1 oct	0.89	3.10	2.10	G
15 oct	0.92	1.20	2.50	G
Total/año	11.33	14.50	14.37	

*Especies predominantes.

A= acederilla, B= zacate bromo, D= diente de león,

G= zacate gramma, L= lentejilla, M= malva, P= zacate pegarropa.

La especie dominante de arvense a través del ciclo de cultivo fue el zacate gramma *C. dactylon*. La literatura reporta que este pasto le compite fuertemente a los nogales (Hinrich 1976, McEachern 1982), sin embargo, con un programa adecuado de fertirriego y el segado continuo no se observó ningún efecto negativo de dicha especie. Por el contrario, una cubierta permanente y segada de gramma protege al suelo de la erosión, mantiene más baja la temperatura, conserva mejor la humedad y facilita la cosecha mecánica de las nueces.

Adicionalmente, una cubierta vegetal permanente y con manejo funciona como un recolector de carbono, y su incorporación al suelo como un almacén temporal de dicho elemento; esto resulta más valioso con plantas C4 (de alto consumo de CO₂), como el zacate *C. dactylon* (Bidwell 1990). Este pasto puede crecer en suelos alcalinos y salinos, tolera la sequía y el pisoteo y su contenido de proteína varía de 8 a 15% (Bogdan 1977). En condiciones de temporal se considera una especie de crecimiento lento (Patterson y Goff 1995).

4.6. Materia orgánica en el suelo

El contenido de materia orgánica (MO) de un suelo determina en buena medida su productividad (Labrador 2001), pero los suelos de regiones semiáridas, particularmente los de textura arenosa, son muy pobres en MO (Buckman y Brady 1977). En el caso de las huertas esta variable edáfica resulta aún más importante, dado que los nogales permanecen muchos años en el mismo suelo y su sistema radical es micorriza-dependiente. Aunque tres años de tratamiento son muy pocos para un cambio en el contenido de MO, ya se percibe una tendencia a que la variable aumente con la cubierta vegetal segada y disminuya con el laboreo periódico (cuadro 9), tal como ocurre en otros agroecosistemas (Hernández et al. 1992).

Cuadro 9. Contenido de materia orgánica en la capa de 5-30 cm de profundidad del suelo de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en un lapso de dos años. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	%		
	2007	2009	Promedio ¹
Segado	0.25	0.54	0.40
Enhierbado	0.29	0.56	0.43
Herbicida	0.26	0.57	0.41
Rastreo	0.24	0.50	0.37
Pr>F	0.536	0.899	0.907

¹De todas las observaciones de los dos años.

La fuerte similitud en el contenido de materia orgánica entre tratamientos, indica que la acumulación de este componente en suelos arenosos sería un proceso lento con el puro aporte de la cubierta de plantas nativas. Sugiere también que en huertas de regiones semiáridas deberían hacerse aplicaciones anuales de otras fuentes de MO, como estiércol vacuno bajo en sales en dosis de 10 t/ha/año (Sweeten et al. 1982) y la molienda (astillas) de las ramas podadas a los nogales (Lindemann y Taboub 2004).

4.7. Contenido de humedad en el suelo

Está bien determinado que las plantas herbáceas que crecen en las huertas le compiten a los nogales por la humedad del suelo, aumentando en promedio un 27% el consumo de agua (Prichard et al. 1989, Ree 1994). No obstante, en un suelo de textura ligera de una región semiárida y en condiciones de riego frecuente (por aspersion, cada siete días), el efecto de la cubierta en el contenido de humedad del suelo difiere de los resultados clásicos. En el cuadro 10 se observa que en primavera, durante el crecimiento del brote fructífero, el contenido de humedad del suelo es prácticamente igual donde se siega la hierba, se aplica herbicida y se rastrea superficialmente;

cuando se deja la hierba a libre crecimiento la humedad se abate un 29% y el crecimiento del brote se reduce un 9%, con respecto a los anteriores tratamientos.

En el verano, los tratamientos segado y con herbicida apenas difieren en 0.5% de humedad edáfica, siendo estadísticamente iguales. Como es una época de más calor, donde se rastrea la pérdida de humedad es de 13.5% y donde se deja la hierba de 31%, comparados con los tratamientos de segado y herbicida (cuadro 10). El tamaño del fruto y el llenado de la almendra no resultaron afectados por dicha competencia (cuadros 3 y 4). La competencia por agua entre el nogal y las hierbas que crecen libremente en el área de goteo es sustancial; tal efecto y con riego frecuente disminuye la producción de nueces en 16% en un plazo de tres años (cuadro 2), no obstante y de manera notable la calidad no resulta afectada.

Cuadro 10. Contenido¹ de humedad a 25 cm de profundidad del suelo de nogales con fertirriego y diferente manejo de la cubierta vegetal, en dos fases fenológicas en el año 2009. Delicias, Chihuahua.

Tratamiento	Crecimiento del brote (%)	Crecimiento del fruto (%)
Segado	23.4 a ²	25.7 a
Enhierbado	17.0 b	17.8 b
Herbicida	24.9 a	26.2 a
Rastreo	23.6 a	22.4 a
Pr>F	0.010	0.049

¹Promedio de mediciones semanales durante toda la fase fenológica.

²Medias con distinta letra son diferentes al 0.05 (Tukey).

La dinámica del contenido de humedad en la época de mayor evapotranspiración es prácticamente igual con segado y con herbicida, de hecho en agosto se traslapan las curvas de ambos tratamientos (figura 1, líneas azul y café); sólo a mediados de julio hubo una diferencia de dos puntos porcentuales previo al corte de la hierba. Se encontró que el rastreo disminuye el contenido de humedad de manera consistente, en comparación con la hierba segada o tratada con herbicida. El suelo del tratamiento enhierbado siempre tuvo el menor contenido de humedad, lo cual ocurre porque las raíces de las hierbas están principalmente en la capa arable del suelo, donde se midió esta variable.

Por otro lado, en huertas de frutales la infiltración del agua de riego también resulta afectada por el manejo del suelo. Cuando éste se mantiene sin hierba la infiltración disminuye 40% en comparación a cuando tiene una cubierta de hierba nativa; esto ocurre porque las

raíces de las plantas forman grandes poros en el suelo, favorecen su floculación y reducen su compactación (Prichard et al. 1989, González 2007).

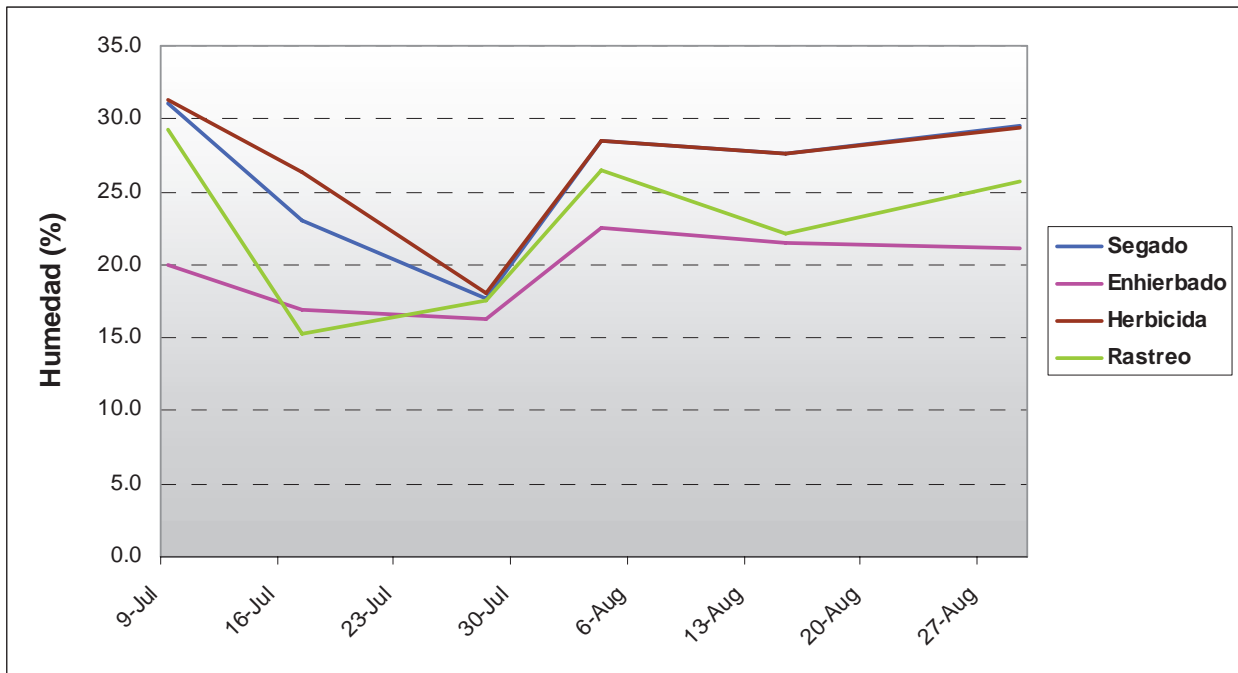


Figura 1. Dinámica del contenido de humedad del suelo a 25 cm de profundidad en cuatro tratamientos de manejo de la cubierta vegetal. Delicias, Chihuahua. 2009

5. Conclusiones

De tres años de estudio (corto plazo) y con un programa de fertirriego basado en la fenología de la variedad Western, se plantean las siguientes conclusiones:

- El crecimiento del brote fructífero es mínimamente afectado cuando el suelo del área de goteo de los nogales tiene cubierta vegetal.
- El rendimiento de nueces por nogal es mayor cuando el suelo tiene una cubierta vegetal segada y/o limpia con herbicida.
- La calidad de la nuez resultó igual con los distintos esquemas de manejo del suelo.
- La concentración foliar de nutrimentos mayores no resulta afectada por el tipo de manejo de la cubierta vegetal. La provisión de fierro y zinc tiende a mejorar con la presencia de plantas arvenses.

- e) La cobertura de plantas nativas aporta cantidades sustanciales de materia seca al suelo. La especie arvense que tiende a predominar es el zacate gramma *Cynodon dactylon*.
- f) La cobertura segada y la aplicación de herbicida conservan mejor la humedad del suelo.
- g) La cubierta de plantas nativas es un componente del manejo sostenible del suelo.
- h) La cobertura segada y la aplicación localizada de herbicida son una buena combinación para el manejo de la cubierta del suelo en nogaleras de regiones semiáridas.

AGRADECIMIENTOS

A Delmar del Norte y a Granja Pita por permitir la realización del trabajo experimental en sus nogaleras. A CONACYT-SAGARPA por apoyar este trabajo de investigación. A Viveros Esparza por el patrocinio para esta publicación.

6. Literatura citada

- Alben, A.O. 1953. A practical program for maintaining soil fertility in pecan orchards. Proc. Ann. Meet. Oklahoma Pecan Grow. Ass. P.40-45.
- Alexander, M. 1980. Microbiología del suelo. AGT Editor. México. 491 p.
- Anderson, W.P. 1983. Weed science: Principles. 2d. ed. West Publishing Co. P.540.
- Apel, G.W. and H.A. Hinrichs. 1977. Progress report on orchard floor management studies. Pecan South 4(6):250-251.
- Atkinson, D. 1983. The growth, activity and distribution of the fruit tree root system. Plant and Soil 71:23-35.
- Bidwell, R.G.S. 1990. Fisiología vegetal. 1ª. reimp. AGT Editor. México. 784 p.
- Blackmon, G.H. 1948. A cover crop program for pecan orchards. 41st Ann. Conv. Southeast. Grow. Ass. Proc. 41:43-50.
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes). Longman Press. P.92-98.
- Brison, F.R. 1976. Cultivo del nogal pecanero (tr. Federico Garza F.). México. Conafrut. 349 p.

- Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos (tr. R. Salord Barceló). 2a. reimpr. España. Montaner y Simón. P.162-168.
- Bugg, R.L. 1991. Cover crops and control of arthropod pest of agriculture. In: Cover crops for clean water. Soil and Water Conserv. Soc. P.157-163.
- Campbell, R. 1987. Ecología microbiana. 1a. ed. Limusa. México. 268 p.
- Chapman, D.; J.B. Storey and L. Sistrunk. 1993. Aireación del suelo y labores de labranza mínima en huertas nogaleras. En: XII Conferencias internacionales sobre el cultivo del nogal. Sonora, México. sp.
- Drew, M. and G.R. Mceachern. 1990. Soil drainage, aeration and root activities. In: Texas pecan profitability handbook. TAES-The Texas A&M University System. P.II,3-4.
- Elmore, C.L. 1989. Vegetation management systems in almond orchards. California Agriculture 43(4):16-26.
- Elmore, C.L. 1996. Weed competition in pecans. 30th Western Pecan Conf. Proc. WPGA-CES-New Mexico State University. P.36-40.
- Foshee, W.G.; W.D. Goff; M.G. Patterson and D.M. Ball. 1995. Orchard floor crops reduce growth of young pecan trees. HortScience 30(5):979-980.
- Goff, W.D.; M.G. Patterson and M.S. West. 1991. Orchard floor management practices influence elemental concentrations in young pecans trees. HortScience 26(11):1379-1381.
- González C., G. 2007. Manejo de suelos en huertas de nogal: la labranza mínima como alternativa. En: Seminario de nogal pecanero 2007. México. CECH-INIFAP. P.18-27.
- Hanna, J.D. 1987. Pecan rootstock. In: Rootstocks for fruit crops. John Wiley & Sons. P.401-410.
- Hernández R., A.; J. Etchevers; A. Galvis S.; K. Oleschko y V. Volke H. 1992. Efecto de la labranza sobre las reservas de N orgánico del suelo. En: XXV Congreso nacional de la ciencia del suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. P.443.
- Herrera A., E. 2008. Manejo de huertas de nogal. México. Universidad Autónoma de Chihuahua. 310 p.
- Hinrichs, H.A. 1976. Preliminary report on pecan orchard floor management. Proc. Oklahoma Pecan Grow. Ass. P.16-17.
- Ingels, CH.; M. Van Horn; R.L. Bugg and P.R. Miller. 1994. Selecting the right cover crop gives multiple benefits. California Agriculture (september-october). P.43-48.

- Kilby, M.W. 1979. Orchard floor management for young pecan trees in the El Paso Valley. *Pecan South* 6(1):26-29.
- Labrador M., J. 2001. La materia orgánica en los agroecosistemas. Ed. Mundi-Prensa. España. 293 p.
- Lindemann, W.C. and M.B. Taboub. 2004. Descomposition of pecan wood chips. 38 *Western Pecan Grow. Ass. Proc.* P.108-116.
- Marquard, R. 1990. Pecan biology. In: *Second pecan orchard management shortcourse*. CES-New Mexico State University.
- Mceachern, G.R. 1982. Control de malezas en nogal. En: *Manejo de huertas de nogal*. Esc. Sup. Fruticultura-UACH. P.133-137.
- Miyamoto, S. 1993. Causas y soluciones de la infiltración lenta en los suelos de las huertas. En: *XII Conferencias internacionales sobre el cultivo del nogal*. Sonora, México. sp.
- Patterson, M.G. and W.D. Goff. 1995. Benefits of good orchard floor management on the growth and production of young pecan trees in the southeast. In: *Sustaining pecan productivity into 21st century*. Second Nat. Pecan Work. Proc. USDA-ARS. P.139-143.
- Prichard, T.L.; W.M. Sills; W.K. Asai; L.C. Hendricks and C.L. Elmore. 1989. Orchard water use and soil characteristics. *California Agriculture* 43(4):23-25.
- Ree, B. 1991. Winter legumes in the Texas pecan IPM program. In: *Pecan husbandry: Challenges and opportunities*. First Nat. Pecan Work. Proc. USDA-ARS. P.63-68.
- Ree, B. 1994. Insecticides not successful in control of yellow aphids. *Pecan South* 27(5):28.
- SAS Institute. 2001. *SAS/STAT user's guide*. Release 8.2 ed. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Shennan, C. 1992. Cover crops, nitrogen cycling, and soil properties in semi-irrigated vegetable production systems. In: *Sustainable vegetable production*. *HortScience* 27(7):749-754.
- Skerman, P.J. 1977. The role of legumes in agriculture. In: *Tropical forage legumes*. Roma, FAO. P.2-3.
- Skroch, W.A. and J.M. Shribbs. 1986. Orchard floor management: An overview. *HortScience* 21(3):390-394.
- Smith, M.W. 1991. Pecan nutrition. In: *Pecan husbandry: Challenges and opportunities*. First Nat. Pecan Work. Proc. ARS-USDA. P.152-157.

- Sparks, D. 1989. Pecan nutrition. Twenty-third West. Pecan Conf. CES-New Mexico State University. P.55-96.
- Sparks, D. 1991. Cultural practices. In: Challenges and opportunities. First Nat. Pecan Work. Proc. ARS-USDA. P.22-33.
- Sparks, D. 1992. Pecan cultivars. The orchard's foundation. Pecan Production Innovations. 443 p.
- Sparks, D. and J.L. Heath. 1972. Pistillate flower and fruit drop of pecan as a function of time and shoot length. HortScience 7(4):402-404.
- Storey, J.B. 1990. Fertilization. In: Texas pecan profitability handbook. TAES-The Texas A&M University System. P.VI1-2.
- Sweeten, J.M.; A.C. Mathers and R.G. McEachern. 1982. Improving soils with manure application. In: Sixteenth West. Pecan Conf. proc. CES-New Mexico State University. P.45-74.
- Tarango R., S.H. 2006. Manejo del nogal pecanero con base en su fenología. Folleto técnico No. 24. 2ª. edición. México. CEDEL-INIFAP. 39 p.
- Tedders, W.L. 1983. Insect management in deciduous orchard ecosystems: Habitat manipulation. Environ. Management 7(1):29-34.
- Wesley, W.K. 1975. Legumes in pecan orchards. Pecan South (september). P.192-193.
- Wood, B.; W. White and W.L. Tedders. 1983. Use of legumes in pecan orchards. Proc. Oklahoma Pecan Grow. Ass. P.30-35.
- Wood, B.W. 1991. Alternate bearing of pecan. In: Pecan husbandry: Challenges and opportunities. First Nat. Pecan Work. Proc. ARS-USDA. P.180-190.
- Wood, B.W. 2002. Late nitrogen fertilization in pecan orchards: a review. In: Thirty-sixth West. Pecan Conf. Proc. NMSU-WPGA. P.47-59.
- Wood, B.W. 2006. Nutrition management of pecan. En: 3er. Ciclo de conferencias internacionales de nogalero a nogalero del estado de Coahuila. México.
- Worley, R.E. and R.L. Carter. 1973. Effect of four management system on parameters associated with growth and yield of pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(6):541-546.

Comité editorial del Cedel

M.C. Noé Chávez Sánchez
M.C. Hugo Raúl Uribe Montes
M.C. Socorro Héctor Tarango Rivero
Dr. Jesús Arturo Payán García

*Manejo de la cubierta vegetal en nogaleras
con fertirriego*

se terminó de imprimir en Julio de 2010,
en Delicias, Chihuahua, México, en los talleres
de Impresos PAyCAR (Tel. 474-70-76), con un tiraje de
1,000 ejemplares más sobrantes para su reposición.

Edición y formación: M.C. Francisco Báez Iracheta