

# Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos

---

**Convocatoria 2011-13**



---

## **ANEXO B. DEMANDAS DEL SECTOR 2011-13**

### **ÚNICA: CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE NOGAL PECANERO.**

En atención a la problemática nacional en la que la I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica) tiene especial relevancia, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y las Fundaciones Produce, A.C. han identificado un conjunto de demandas y necesidades del Sector para ser atendidas por la comunidad científica, tecnológica y empresarial con el apoyo del “Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos”.

Es importante aclarar que se espera apoyar un solo proyecto por demanda específica, ya que el Macro proyecto (multidisciplinario e interinstitucional) propuesto, debe cumplir con todos los productos esperados.

# I. Demanda Única

## Demanda 1.1

### **CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE NOGAL PECANERO.**

#### **BENEFICIARIOS:**

Los productores de los Sistemas Producto Estatales de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León, Durango, Hidalgo y Tlaxcala, representados por el Comité Nacional del Sistema Producto Nuez y los integrantes de los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria.

#### **ANTECEDENTES**

Para el año 2009 el nogal pecanero *Carya illinoensis* (Wang.) K. Koch ocupaba en México una superficie total de casi 85,000 hectáreas, el 93% de esta superficie se localiza en los estados de Chihuahua, Norte de Coahuila, Sonora, Comarca Lagunera y Nuevo León y el restante 7% se localiza en entidades como Durango, Hidalgo y Tlaxcala. Entre 2005 y 2008 en Sonora se registró un incremento del 105% de su superficie, en el Norte de Coahuila de un 26% y en Chihuahua un 14%. En Nuevo León y la Comarca Lagunera no se observa incremento en su superficie. Hasta el año 2002 la superficie nacional del cultivo se mantenía estable en 50,000 hectáreas aproximadamente y fue a partir de 2003 cuando se observó un crecimiento notable con una tasa anual de 5,000 hectáreas y de ellas, por su mayor superficie, en el estado de Chihuahua a una tasa anual de 3,700 hectáreas.

Entre los años 1996 y 2002 la productividad media creció de 1.1 a 1.5 toneladas por hectárea y a partir de ese año se ha mantenido estable. Por otra parte, la producción total anual creció en el primer período de 44,000 a 66,000 toneladas y a 94,000 toneladas en 2009. Con estas cifras el crecimiento de la producción anual se ubica en las 3,670 toneladas entre 1996 y 2002 y en 3,850 toneladas entre 2003 y 2009. El crecimiento de la producción nacional en el primer período obedece a mejoras tecnológicas, pues la superficie se mantenía estable, mientras que el crecimiento de la producción a partir de 2003 se atribuye al crecimiento de la superficie, ya que la productividad media se ha mantenido estable en las 1.5 ton/ha. Es importante señalar también, que estas cifras se encuentran sujetas a

variaciones interanuales por la alternancia de producción que muestra el cultivo y esta alternancia ha sido más drástica en los últimos 7 años.

Uno de los factores que incentivan la expansión del cultivo es el mercado internacional, pues alrededor del 70% de la producción nacional se exporta, principalmente a Estados Unidos y en los últimos 5 años a China, con tendencia creciente. Mientras que entre 1998 y 2002 el precio medio rural de la nuez fue de 19,430 pesos por tonelada, entre 2003 y 2009 éste fue de 34,370 pesos, un incremento verdaderamente notable. Para el año 2008 el valor de la producción fue de poco menos de 3,000 millones de pesos y para 2009 superó los 3,770 millones de pesos. A pesar de la alternancia de cosechas este cultivo se sostiene como uno de los de mayor rentabilidad en la agricultura de riego de México.

Entre los conceptos de mayor impacto en los costos de producción sobresale el control de plagas y en ciertas áreas de enfermedades de la raíz y el follaje, la fertilización y el riego. Debe reconocerse que el riego no es el factor de mayor impacto en los costos de producción, pero sí representa la mayor amenaza en la sostenibilidad de este cultivo dada la demanda creciente y la limitada disponibilidad y deterioro de la calidad del agua de riego, que se exponen en el siguiente apartado.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **Plagas y enfermedades**

Los organismos dañinos afectan la productividad de los nogales y su control implica el 15% del costo de cultivo. Los insectos plaga que son comunes en las nogaleras del norte de México son: áfidos amarillos, áfidos negros, barrenador de la nuez, barrenador del ruezno y el complejo de chinches. En cuanto a enfermedades son importantes la pudrición de la raíz, la mancha vellosa y la roña.

El complejo de áfidos constituye la plaga más importante del nogal en las huertas del norte del país. La alimentación intensiva de estos insectos afecta el balance de carbohidratos en los árboles, lo cual disminuye su productividad, incidiendo de manera particular en la alternancia y la calidad. En tan sólo 21 días de alimentación, los áfidos pueden extraer hasta un 26% de azúcares y un 29% de almidón de las ramillas fructíferas. Una infestación no controlada puede reducir el rendimiento en 22 a 32% e inducir una alternancia extrema. Los áfidos han adquirido resistencia a los agroquímicos y cuando se combate el GBR y GBN la resurgencia de los primeros exige un manejo intensivo. En este contexto, el control efectivo de áfidos requiere programas de manejo integrado, con énfasis en el control biológico.

Los áfidos amarillos o negros tradicionalmente se combaten con plaguicidas de amplio espectro, cuyo costo es superior a \$300.00 por hectárea. Estos costos se podrían abatir a menos de la mitad si se realizaran liberaciones de insectos benéficos específicos para cada grupo de especies o con aplicaciones de aficidas biorracionales.

El gusano barrenador del ruezno *Cydia caryana* es la plaga más importante del fruto en la mayor parte de las regiones productoras del país. Este insecto ocasiona pérdidas de rendimiento al motivar la caída de nuececillas, reducir en hasta 28% el contenido de almendra y en manchar hasta el 40% de la nuez cosechada. El gusano barrenador de la nuez (*Acrobasis nuxvorella*) es un plaga limitante de la productividad del nogal, ya que es el insecto fitófago más importante de la primavera. Está presente en la mayoría de las zonas productoras de nuez y su daño puede disminuir la producción de 40 a 80% cuando no es sujeto de control.

El costo del control químico convencional de los gusanos barrenadores de la nuez y del ruezno varía de \$300 a \$600 por hectárea. Con la combinación de productos biorracionales y control biológico es factible reducir los costos de control en 50%.

Diferentes especies de chinches están presentes en las distintas regiones productoras de nuez. El daño de estos insectos es del tipo recurrente en las huertas. Cuando la nuez está creciendo su alimentación causa la caída de frutos, y cuando la nuez está llenando ocasiona el manchado de la almendra. Este último motiva una reducción en la cotización de la cosecha, que en algunos años puede ser muy crítico para la venta de la nuez. En años de alta incidencia y sin control alguno las especies *Chlorochroa ligata* y *Leptoglossus zonatus* pueden manchar de 40 a 80% de las nueces de una cosecha.

El problema patológico de ocurrencia común en todas las áreas nogaleras del norte del país es la pudrición de la raíz por el hongo *Phymatotrichopsis omnivora*. El grado de incidencia de esta enfermedad es variable entre las regiones y entre huertas. Su presencia es favorecida en años calientes y secos. Los árboles en producción con grado de síntomas leves o medios de pudrición texana pueden ser recuperados al tratarse con fungicidas sistémicos, los árboles con síntomas fuertes a severos requieren de varios años de aplicación de fungicidas. Dichos árboles se mantienen vivos y con buen vigor mediante la poda del 30% de su copa y la aplicación de 30 t/ha de estiércol vacuno por dos años consecutivos; sin embargo, algunos vuelven a mostrar los síntomas 4 o 5 años después del tratamiento. Por ello, la incorporación del hongo micoparasítico *Trichoderma* spp. es una alternativa que debe estudiarse.

Las enfermedades foliares se presentan generalmente en el norte de Coahuila, donde son frecuentes condiciones ambientales favorables para su desarrollo. La más importante es la mancha vellosa causada por el hongo *Mycosphaerella carygena*. El patógeno sobrevive en las hojas infectadas donde produce la etapa sexual

La roña es otra enfermedad foliar común en las regiones húmedas donde se cultiva el nogal y es ocasionada por el hongo *Cladosporium carygenum*, el cual sobrevive como estroma en las ramas, raquis y peciolos de hojas y ruznos afectados el año anterior. El control de las enfermedades foliares se realiza mediante prácticas culturales y la aplicación de agroquímicos. *C. carygenum* ya presenta resistencia al fungicida benomilo.

Por lo anterior, los organismos dañinos son un factor primario que afecta la productividad de las nogaleras. En general, el principal criterio para su combate es la aplicación de plaguicidas de amplio espectro, comúnmente sin implementar métodos de muestreo ni considerar umbrales de acción. Esto incrementa los costos de producción, aumenta la probabilidad de generar resistencia a los insecticidas, destruye biodiversidad al eliminar a los insectos benéficos nativos y genera una fuerte contaminación ambiental.

Básicamente, la rentabilidad de las nogaleras depende de tres factores: rendimiento, costos de producción y precio de la nuez impuesto por el mercado. Para ser productivas, en el rubro de manejo de insectos las huertas deben bajar su uso de agroquímicos y favorecer los mecanismos del control natural, para bajar costos. Esto sólo puede lograrse con esquemas probados de manejo integrado de plagas.

## **Uso del agua**

La expansión del cultivo del nogal pecanero refleja su condición de alta rentabilidad sin soslayar la gran derrama económica y de jornales a lo largo de toda su cadena productiva y de comercialización. No obstante, dado que actualmente se encuentra en regiones de limitada disponibilidad de agua y deterioro de su calidad, la productividad sostenida se encuentra en riesgo aún en condiciones de un uso eficiente del recurso hídrico.

El riego del cultivo de nogal involucra la inversión del equipo de bombeo, el costo de la energía para su extracción, la inversión en los equipos de riego y el mantenimiento de los componentes. Una huerta en producción puede requerir 15 millares de metros cúbicos por hectárea por año, a un costo de mil pesos por millar si se trata de agua subterránea y de sólo 200 pesos por millar si es agua superficial. Estos valores representan porcentajes del costo de producción entre

el 5 y 10 por ciento. Definitivamente el costo del riego no es un problema de gran impacto en este cultivo. El mayor problema es que ante un escenario de expansión del cultivo será necesario encontrar nuevas fuentes del recurso, mejorar la tecnología para un uso más eficiente del agua y prevenir problemas de deterioro del suelo por acumulación de sales.

Alrededor del 80% de la superficie del cultivo se riega con agua subterránea que salvo algunas excepciones presenta mayores concentraciones de sales solubles y sodio que las aguas superficiales. Se han realizado algunas mejoras tecnológicas cambiando el riego superficial a métodos presurizados, por ejemplo, en Sonora y la Comarca Lagunera hay una fuerte tendencia al riego por goteo sub superficial mientras que en Chihuahua y el Norte de Coahuila, al riego por aspersión y micro aspersión y en Nuevo León prevalece el riego por superficie debido a que se trata de huertas con materiales criollos de baja rentabilidad.

Estos ajustes tecnológicos no se traducen en un uso más eficiente del agua porque no están respaldados por un análisis profundo de los requerimientos de agua por el cultivo, más bien se ha ocasionado acumulación de sales al omitir la fracción de lámina de riego que se debe aplicar cuando el agua es ligeramente o fuertemente salina.

Las modificaciones en la densidad del arbolado y sus bondades reportadas a lo largo de las décadas más recientes plantea la necesidad de desarrollar y adaptar tecnología para densidades de 200 y más árboles por hectárea, manejo de poda para producir copas más compactas y materiales genéticos que permitan obtener la cosecha en menor tiempo sin menoscabo de la productividad y calidad del producto. Identificar nuevas áreas con potencial productivo es una tarea inmediata ante un mercado creciente de la nuez pecanera mexicana. El manejo del agua de riego sigue siendo el eje central de este desarrollo tecnológico al ser el promotor del crecimiento y formación del aparato fotosintético.

En consecuencia el nogal pecanero es un cultivo de alta demanda de agua de riego, en parte por la prolongada duración del área foliar y también porque es un cultivo en el que tiene que haber condiciones de humedad del suelo cercanas a la capacidad máxima de retención de agua, lo que significa flujo desde el suelo hasta las inmediaciones del cultivo prácticamente sin restricciones. Tomando como base una superficie de 50,000 hectáreas establecidas alrededor de 1980 y la expansión de la superficie a partir de 2003 en el estado de Chihuahua se requerirán 150 millones de metros cúbicos para el año 2020 si no se establece ninguna hectárea más del cultivo. Obsérvese que se trata de árboles jóvenes y tecnología de riego de alta eficiencia de uso del agua de riego. En la actualidad el agua de las presas se encuentra totalmente concesionada, los acuíferos están

declarados sin disponibilidad de agua o sobre explotados, la aplicación del riego se realiza en condiciones que no se puede reducir y la salinidad del agua de riego tiende a incrementarse en todas las áreas de bombeo. Esto significa que es imperante desarrollar tecnología para un uso más eficiente del agua de riego con una visión integral.

La perspectiva a corto plazo plantea un reto aún mayor, ya que si se sostiene un crecimiento de 3,000 hectáreas anuales (en lugar de las 3,700 de los años recientes) y con densidades altas como se está observando, se requerirán entre 300 y 400 millones de metros cúbicos. A escala nacional estas cifras se podrían incrementar un 30%. Las fuentes naturales se explotan a su máxima capacidad, por lo que es necesario desarrollar estrategias de uso y sistemas de producción innovadores en el corto plazo.

Por su naturaleza lacustre, una gran parte de los acuíferos del estado de Chihuahua producen agua con altas concentraciones salinas, en algunos casos con presencia de sodio, bicarbonatos y magnesio, iones que no sólo pueden producir efectos tóxicos en el cultivo de nogal, sino también problemas de pérdida de la estructura del suelo necesaria para el buen desarrollo del cultivo, que aunado a la tendencia de aplicar riegos controlados (aspersión, micro aspersión y goteo) y el inevitable paso de maquinaria aceleran el proceso de compactación del suelo.

Por su parte, en las huertas nogaleras de la Comarca Lagunera, se ha reportado que el 28 por ciento de las huertas presentan problemas de salinidad y/o sodicidad provocados por la calidad restringida del agua de riego- Como puede observarse, en ambas regiones la actividad agrícola en general y la producción de nuez en particular se encuentran amenazadas por fuertes problemas de salinidad asociados a la reducción en la disponibilidad de agua.

Otro caso de gran importancia es la superficie nogalera del estado de Sonora, particularmente la Costa de Hermosillo, que se riega predominantemente con agua del subsuelo cuyo nivel de bombeo es inferior al nivel del mar y desde hace años se observa deterioro de la calidad por intrusión salina. La conductividad eléctrica tiene valores cercanos a 1.0 dS/m, el riego se realiza principalmente con sistemas de goteo presurizados donde el lavado del exceso de sales es mínimo. Esta es la región donde el cultivo se está expandiendo a una mayor velocidad.

La aplicación del riego sin tomar en cuenta el lavado del exceso de sales se traduce en una acumulación de las mismas en la zona de raíces debido a que el cultivo extrae cantidades mínimas de iones disueltos y la evaporación directa hace que se acumulen cerca de la superficie- En estas condiciones los suelos rebasan

los 2.0 dS/m de conductividad eléctrica, valor en que inicia la reducción de la productividad y otros problemas asociados, como la pudrición de la raíz y compactación del suelo. Se estima que con una conductividad eléctrica del suelo de 3.0 dS/m el cultivo pierde un 40% de su potencial productivo, tanto por reducción del número de frutos, como por el llenado deficiente de la parte comestible.

## **PROPOSITO**

### **Plagas y enfermedades**

El reto actual en las nogaleras es implementar programas de manejo integrado del cultivo que mejoren su rentabilidad.

De manera específica para el control de organismos dañinos es necesario el desarrollo y/o adecuación de tecnologías que permitan hacer un manejo integrado, con énfasis en herramientas biorracionales. Con el uso de programas MIP en las nogaleras se aumenta la eficiencia de control, se reducen costos de cultivo y se disminuyen riesgos de producción.

Asimismo, ya existe tecnología generada regionalmente que no es conocida o no es utilizada por los nogaleros y técnicos. Una publicación de amplia cobertura temática y un programa de capacitación continua son maneras prácticas y eficaces de transferir dicha tecnología, en las diferentes regiones nogaleras.

### **Uso eficiente del agua**

Es claro que el nogal pecanero es una opción productiva de grandes alcances por tratarse de una producción orientada al mercado internacional principalmente, por tener un amplio rango de adaptación a las condiciones climáticas, pero con altos requerimientos de agua de riego y sensible a la salinidad del suelo. Lo anterior crea la necesidad de desarrollar tecnología de producción de alta eficiencia en el uso del agua para incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo, ya que de una media nacional de 1.5 toneladas por hectárea, hay regiones con rendimientos promedio sostenidos superiores a las 3.0 toneladas por hectárea.

En las décadas más recientes se ha observado una tendencia a establecer el cultivo en esquemas de producción más intensivos a través de la poda para producir copas compactas, mayores densidades del arbolado y materiales genéticos de maduración temprana y/o tolerancia a la salinidad y sequía. Estos sistemas de producción carecen de un soporte tecnológico específico y se les ha

adaptado la tecnología tradicional sin un pleno conocimiento de sus bondades, existen grandes vacíos de conocimiento, particularmente en lo que se refiere al uso del agua de riego y aspectos relacionados.

Una de las mayores preocupaciones del sector productivo de la nuez mexicana es la expansión de las áreas de cultivo en regiones de baja disponibilidad del agua de riego que en muchos casos coincide con deterioro de la calidad de la misma. Se requieren mejoras tecnológicas que aseguren la sostenibilidad del cultivo en el corto y mediano plazo, estudios prospectivos de la disponibilidad del recurso a la vez de identificar áreas con potencial productivo donde el nogal pecanero pueda superar los índices de rentabilidad y sostenibilidad, de los sistemas de producción actuales, dada su amplia capacidad de adaptación a condiciones agroecológicas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

### **Plagas y enfermedades**

- Desarrollar modelos de pronóstico de la ocurrencia de insectos plaga y enfermedades.
- Determinar los umbrales de acción para efficientar el muestreo y control de plagas.
- Evaluar agroquímicos biorracionales para el control de plagas y enfermedades.
- Caracterizar el control biológico natural y desarrollar la estrategia del control biológico inducido de las principales plagas del nogal.
- Validar los modelos de pronóstico y de esquemas de manejo integrado de plagas y enfermedades en las zonas productoras de nuez del país.
- Publicar un libro sobre el manejo integrado de organismos dañinos en nogal pecanero y estructurar un programa de capacitación continua para productores y técnicos.

### **Uso eficiente del agua**

- Incrementar la productividad del cultivo mediante la aplicación de tecnología de uso eficiente del agua de riego bajo el modelo tradicional y con nuevos modelos de manejo del cultivo como altas densidades, copas compactas y materiales de maduración temprana.
- Generar, adaptar y validar tecnología de riego de vanguardia, considerando la programación del riego en tiempo real a través de estaciones climatológicas equipadas y la fertirrigación integral, que permitan generar mejores índices de rentabilidad y sostenibilidad que los sistemas de producción actuales.

## **PRODUCTOS ESPERADOS**

### **Control integrado de plagas y enfermedades**

- Modelos de pronóstico para la integración de un sistema de alerta en internet, sobre la ocurrencia de plagas y enfermedades en las zonas productoras de nuez en México.
- Paquete tecnológico sobre herramientas biorracionales para el control de plagas y enfermedades del nogal pecanero.
- Rescate y actualización del control biológico natural e inducido de plagas en nogal pecanero.
- Manual o Compendio sobre de manejo integrado de plagas y enfermedades del nogal pecanero.

### **Uso eficiente del agua de riego**

- Tecnología de uso eficiente del agua para los sistemas de manejo tradicional del cultivo; así como para altas densidades, copas compactas y maduración temprana.
- Modelos para aplicar la tecnología de programación del riego en tiempo real a través de estaciones climatológicas equipadas y la fertirrigación integral, para las principales regiones nogaleras de México.

### **Contacto para consultas técnicas sobre la demanda**

- **Dr. José Arnulfo Del Toro Morales**  
**Director General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico, SAGARPA**  
Teléfono: (55) 3871-1000 ext. 33312 y 33328  
  
Correo Electrónico: [arnulfo.deltoro@sagarpa.gob.mx](mailto:arnulfo.deltoro@sagarpa.gob.mx)