

MANEJO DEL BARRENADOR DE LA NUEZ EN CHIHUAHUA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias


CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



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



Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Delicias
Cd. Delicias, Chihuahua; junio 2014
Folleto técnico No. 26, segunda edición
ISBN 978-607-37-0262-1

MANEJO DEL BARRENADOR DE LA NUEZ EN CHIHUAHUA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

MANEJO DEL BARRENADOR DE LA NUEZ EN CHIHUAHUA

Socorro Héctor Tarango Rivero
M.C. Investigador en nogal pecanero
CEDEL-INIFAP

Alejandro González Hernández
Dr. Profesor-investigador
Taxonomía de insectos
FCB-UANL

Gerardo García Nevárez
M.C. Investigador en MIP
CEDEL-INIFAP

**Folleto técnico No. 26. Segunda edición
Junio de 2014**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y
Pecuarias

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F.
Teléfono (55) 3871-8700

MANEJO DEL BARRENADOR DE LA NUEZ EN CHIHUAHUA

ISBN 978-607-37-0262-1

SEGUNDA EDICIÓN, 2014

No está permitida la reproducción total o parcial de esta
publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por
cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico,
fotocopia, por registro u otros métodos,
sin el permiso previo y por escrito
a la Institución.

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

LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ
Secretario

LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA
Subsecretario de Agricultura

PROF. ARTURO OSORNIO SÁNCHEZ
Subsecretario de Desarrollo Rural

M.C. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS**

DR. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS
Director General

DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

MSc. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. LUIS CARLOS GUTIÉRREZ JAIME
Coordinador de Administración
y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ
Director Regional

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES
Director de Investigación

LIC. DANIEL SANTILLÁN AGUILAR
Director de Administración

M.C. NOÉ CHÁVEZ SÁNCHEZ
Jefe del Campo Experimental Delicias

CONTENIDO

1. Introducción	7
2. Daño	7
3. Biología	7
4. Ciclo de vida	10
4.1. Hábitos	10
5. Fluctuación poblacional	15
6. Relación adultos capturados:daño	17
7. Trampeo y pronóstico de acción	19
7.1. Muestreo visual	20
8. Umbral de acción vs. fructificación	21
9. Control	21
9.1. Biológico natural	22
9.1.1. Parasitismo	23
9.1.2. Depredación y enfermedades	26
9.2. Biológico inducido	28
9.3. Químico	30
9.3.1. Calidad de aplicación	32
10. Literatura citada	33

MANEJO DEL BARRENADOR DE LA NUEZ EN CHIHUAHUA

1. Introducción

El barrenador de la nuez (BN) *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (Lepidoptera: Pyralidae) es la plaga más importante del nogal pecanero en la fase de pospolinización, en las regiones nogaleras del norte de México (Aguilar y Cuéllar 1998). En el estado de Chihuahua la presencia de este insecto se consignó en 1996 y desde entonces se ha dispersado por toda la franja nogalera del centro y sur de la entidad (Tarango et al. 2003).

En esta segunda edición se presenta información actualizada sobre el comportamiento del BN en huertas del centro-sur de Chihuahua y el desarrollo de nuevas herramientas de manejo. De entrada, cabe comentar que ejemplares del BN recolectados en diversos municipios de la entidad fueron identificados como *Acrobasis nuxvorella* por A. Knutson y A. Dean, de The Texas A&M University System (TAMU). Posteriormente se comprobó que el BN presente en México es un biotipo diferente al de Estados Unidos (Fu et al. 2011).

2. Daño

El BN afecta el rendimiento y la calidad de la nuez, ya que la larva se alimenta de frutos recién polinizadas (foto 1), en crecimiento y en llenado de almendra. En las fases de pospolinización e inicio de crecimiento del fruto cada larva de *A. nuxvorella* necesita consumir de tres a cinco nuecesillas para completar su desarrollo (foto 2), por lo que es esta generación de larvas la que amerita control (Harris 1983, Tedders 1984). Cuando este insecto no es controlado el daño puede variar de 4 a 80% en Coahuila y Nuevo León (Aguilar y Cuéllar 1998), hasta de 40% en la Comarca Lagunera (García 1986) y de 7.5 a 51.2% en Chihuahua.

3. Biología

Los huevos de *A. nuxvorella* son aplanados y de color blanco verdoso, cuando maduran se tornan rosados (foto 3), su incubación dura 4 o 5 días. La coloración de las larvas varía de blanco rosado a verde jade y gris olivo (foto 4), con la cabeza café ocre, tienen finas setas hialinas; la duración media de este estado es de 28 días. La pupa primero es de color verde, luego cambia a café (foto 5); este estado dura 12 días en promedio. El adulto es una palomilla de color gris, que combina tonos claros y oscuros, cuyas alas anteriores son atravesadas a lo ancho por una franja gruesa de escamas oscuras (foto 6); las hembras pueden vivir de 5 a 8 días y poner de 50 a 150 huevos (Knutson y Ree 2001).



Foto 1. En primavera la larva del barrenador de la nuez se alimenta de las nuecesillas en la fase de crecimiento lento.



Foto 2. En pospolinización y dado el tamaño pequeño de las nuecesillas una larva del BN puede consumir todo el racimo.



Foto 3. Arriba: los huevos de *A. nuxvorella* son puestos una vez que el estigma está seco y necrosado. Abajo: izquierda, huevo fresco; derecha, huevo maduro en el estigma. Fotos OSU-AAFC



Foto 4. Las larvas del BN son comúnmente de color gris olivo, pero a veces aparecen de color crema con tonalidades verde-grisáceas y rosadas en los costados. En la foto de abajo se aprecian las setas transparentes.



Foto 5. Las pupas tienen forma de huso con el abdomen anillado. A la derecha pupa reciente, a la izquierda pupa previa a la emergencia del adulto.

4. Ciclo de vida

El BN inverna como larva en un capullo que teje en el otoño, en la base de una yema primaria de los brotes del año (Flores 1975, foto 7)). Dicha larva invernante se activa al comenzar la brotación del nogal, y de mediados a fines de marzo sale del capullo para alimentarse de las yemas; después el insecto penetra al brote y lo barrena, donde se transforma en pupa a mediados de abril (Harris 1995, foto 8). Las palomillas de la generación de primavera emergen de finales de abril a mediados de mayo, se aparean y a los 3 o 4 días de emergidas comienzan a ovipositar, una vez terminada la fase de polinización del nogal (Harris 1983, Mulder y Grantham 2001).

A los 4 o 5 días de la oviposición eclosiona la larva (en mayo, foto 9), la cual emigra hacia el brote para alimentarse de una yema durante 1-2 días (foto 10), luego regresa al racimo y penetra a las nuecesillas recién amarradas y en inicio de crecimiento para consumir su interior (Knutson y Ree 2001, foto 11). Los adultos de una primera generación de verano emergen durante junio y hasta principios de julio. En agosto se presenta una segunda generación de verano, época en que las larvas ya no penetran el fruto y sólo se alimentan del ruzno (Teddars 1984, García 1986). En septiembre puede aparecer otra generación, cuyas larvas al alimentarse afectan el flujo de nutrimentos a la almendra. Parte de dichas larvas emigra a las yemas para construir su capullo de invernación (Knutson y Ree 2001).

4.1. Hábitos

El conocimiento de ciertos hábitos o comportamiento de *A. nuxvorella* permite el desarrollo de estrategias de muestreo y control. En el año 2005, el primer avistamiento de daño reciente en los racimos siempre se encontró después de la polinización y su ocurrencia fue muy consistente: 16 días en Rosales, 17 días en Saucillo y 18 días en Delicias, posteriores a dicha fase (cuadro 1); en promedio son 17 días. Esto es, la fase de pospolinización es un “punto de partida” seguro para iniciar el muestreo de primer daño del BN.

La entrada de larvas a la primera nuecesilla de un racimo siempre ocurre durante mayo y comprende un periodo de 7 a 12 días, tiempo que puede corresponder a un “periodo crítico de protección”. Las flores de la variedad Western bien desarrolladas, antes o recién polinizadas, consistentemente miden 6 mm de longitud de ovario. El primer daño reciente en cada racimo se observa cuando la nuecesilla tiene ≥ 8 mm de longitud de ovario (cuadro 1, foto 11), en la fase de inicio de crecimiento lento de fruto (Tarango 2006). Dicho evento ocurre al mismo tamaño de fruto en la Comarca Lagunera (Nava y Ramírez 2002).

Por otro lado, se encontró una marcada preferencia de los adultos a ovipositar (inferido a partir de racimos con daño) en racimos del cuadrante Este de la copa de los nogales, en segundo lugar lo hacen en frutos del lado Norte, después en el Sur y donde menos daños se observan es en el cuadrante Oeste (cuadro 2). Este comportamiento indica que el muestreo de primer daño reciente en los racimos por el BN debe hacerse en los cuadrantes Este y Norte.



Foto 6. El adulto es una palomilla de color gris con forma de delta. La franja de escamas (señalada por la flecha) que atraviesa la parte superior de las alas es una característica distintiva de este insecto.



Foto 7. El BN inverna como larva parcialmente desarrollada en un capullo que teje junto a la base de una yema (señalado por la flecha). Foto AAFC



Foto 8. Brote en inicio de crecimiento barrenado por una larva invernante del BN. El tapón de excremento es distintivo de la presencia del insecto, cuya larva se alimenta del interior del brote hasta convertirse en pupa.



Foto 9. Larva del BN en plena eclosión. Baja de la nuecesilla donde fue puesto el huevo para alimentarse del tejido de yemas.
Foto AAFC



Foto 10. En primavera y antes de penetrar la primera nuecesilla la larva del BN se alimenta por dos días de la base de una yema. Note el excremento negruzco en la yema y verdoso en la nuecesilla. Este hábito hace al insecto muy susceptible a factores de control.



Foto 11. El primer avistamiento se refiere al primer daño en un racimo encontrado en un muestreo, indicado por la presencia de un tapón de excremento pequeño y verdoso. El tamaño de la nuecesilla es de 8 a 13 mm de longitud.

Cuadro 1. Fecha de la fase de pospolinización y de avistamiento del primer daño en el racimo por *Acrobasis nuxvorella* y tamaño del fruto en tres regiones del centro-sur de Chihuahua. 2005

Evento	Región		
	Delicias	Rosales	Saucillo
Pospolinización variedad Western ¹	30 abril	26 abril	2 mayo
Avistamiento de primer daño ²	18-27 mayo	12-24 mayo	19-26 mayo
Tamaño de fruto con primer daño	8-12 mm	8-13 mm	10-13 mm

¹Con 50% de flores con estigma necrosado, variedad Western.

Longitud promedio del fruto (ovario)= 6 mm.

²Con entrada reciente, tapón de excremento ≈1 mm de diámetro.

En la literatura se reportan hábitos del BN que son útiles en el diseño de métodos alternativos de muestreo y control. El tapón de excremento aglomerado con hilos de seda en la base de los frutos dañados es distintivo de *A. nuxvorella* (Garza 1970), lo que permite un fácil muestreo visual. La generación de primavera del BN exhibe una fuerte preferencia por alimentarse de las nuecesillas que se encuentran de 1.8 a 2.15 m del nivel del suelo, un 14% más que a una altura de 4.5 m y un 45% más que a los 7.6 m. Esto significa que el muestreo visual de daño reciente a 1.8-2 m de altura del nogal es confiable para evaluar la actividad del insecto (Lewis y Scanlon 1998).

Cuadro 2. Preferencia cardinal de frutos para su alimentación de *Acrobasis nuxvorella* en nogales Western, en tres regiones del centro-sur de Chihuahua. 2005

Cuadrante del árbol	Frutos dañados/cuadrante ¹		
	Delicias	Rosales	Saucillo
Norte	17 b ²	7 c	23 b
Sur	3 c	16 b	8 c
Este	38 a	42 a	34 a
Oeste	0 d	7 c	4 d
Pr>F	0.0001	0.0001	0.0001

¹De 3 muestreos, 400 racimos/muestra.

²Medias con misma letra son iguales al 0.05 (Tukey).

También, el BN tiene el hábito de usar como refugio la primera nuez que daña, de donde sale a alimentarse del resto de los frutos del racimo (Garza 1970, foto 12); dicho comportamiento ha sido observado en huertas de Chihuahua y favorece la eficacia de los reguladores del crecimiento contra la plaga, pues el insecto tiene contacto continuo con tejido tratado.



Foto 12. Cuando los frutos son pequeños una larva pasa muy rápido de una nuecesilla a otra (en 3.2 días en promedio), por lo que las medidas de control deben aplicarse pronto. La larva usa la primer nuecesilla dañada (1) como refugio, de donde se mueve a otros frutos (2) para alimentarse.

5. Fluctuación poblacional

Durante tres años se evaluó la feromona sexual que se usa en Estados Unidos para muestrear a *A. nuxvorella* y una formulación desarrollada en TAMU. En cinco municipios de Chihuahua la feromona comercial no atrajo ningún adulto de BN, en cambio la experimental TAMU fue consistente en atraer a dichas palomillas (cuadro 3).

Cuadro 3. Eficacia de dos formulaciones de feromona sexual en la captura de adultos de *Acrobasis nuxvorella*, en tres años en el centro-sur de Chihuahua.

Feromona	Adultos capturados/trampa ¹		
	2004	2005	2006
Trece ²	0	0	0
TAMU ³	21	64	56

¹Periodo de muestreo= abril+mayo.

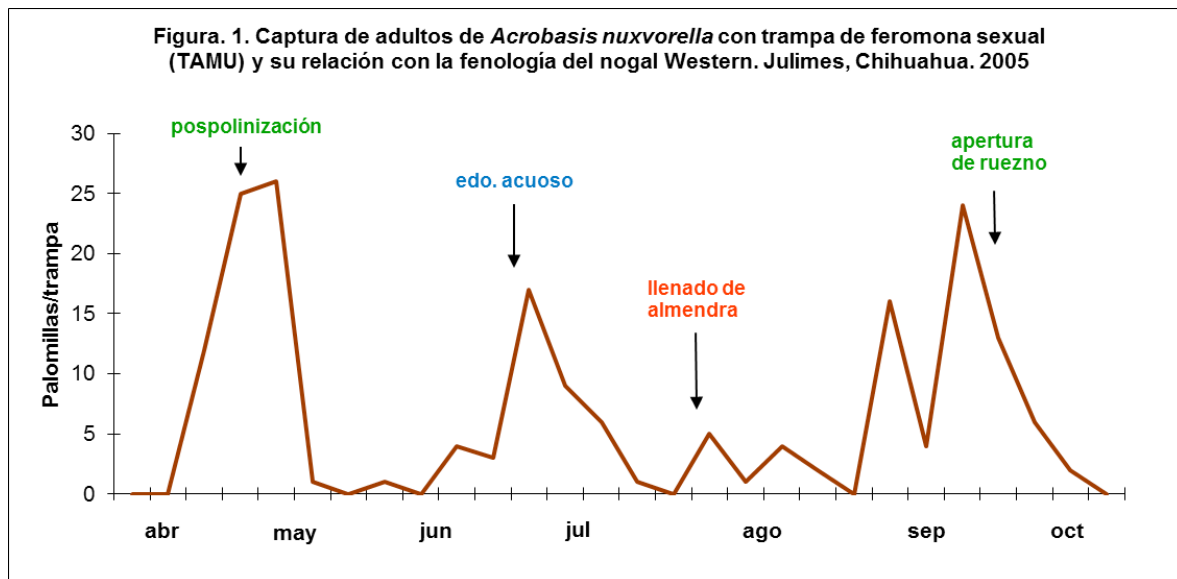
²Marca comercial de feromona que funciona para BN en Estados Unidos.

³Feromona experimental.

La formulación más eficaz fue la TAMU de 2005, tal como ocurrió en la región nogalera de Sonora (Fu et al. 2006). Para estos autores, el que la feromona Trece no atraiga adultos de *A.*

nuxvorella en el norte de México y la TAMU sí, sugiere la presencia de dos biotipos de la misma especie de insecto; el BN de Estados Unidos reacciona a acetona y el de México a acetaldehído.

Al contar con la feromona TAMU (actualmente ofertada por diferentes marcas e identificada como PNC-M) fue posible determinar la fluctuación poblacional de adultos y relacionarla con las fases fenológicas más importantes del nogal pecanero variedad Western (figura 1). Visualmente se distinguen cuatro picos poblacionales bien definidos, los cuales pudieran corresponder a cuatro generaciones de adultos en el año. La generación de primavera aparece de finales de abril a mediados de mayo, en plena fase de pospolinización; es la época en que se tuvieron las capturas más altas. De mediados de junio a mediados de julio se presenta otro pico de palomillas, de menor densidad, y se asocia al crecimiento rápido del fruto, a la fase de estado acuoso y a la segunda caída natural de nuecesillas (Tarango 2006); puede referirse como la primera generación de verano. Durante el mes de agosto ocurre un pico de adultos, es el de menor cuantía, la nuez está en la fase de llenado rápido de almendra; puede tratarse de una segunda generación de verano. De principios de septiembre (nuez en llenado de almendra) a mediados de octubre (fruto en apertura de ruezno) se presentó una abundante captura de palomillas, la que puede ubicarse como una tercera generación de verano (figura 1). Se encontraron larvas completamente desarrolladas hasta el 8 de octubre, alimentándose profusamente del ruezno (foto 13); pupas al 12 del mes y adultos emergiendo tan tarde como 18 de octubre.



Durante el mes de agosto ocurre un pico de adultos, es el de menor cuantía, la nuez está en la fase de llenado rápido de almendra; puede tratarse de una segunda generación de verano. De principios de septiembre (nuez en llenado de almendra) a mediados de octubre (fruto en apertura de ruezno) se presentó una abundante captura de palomillas, la que puede ubicarse como una tercera generación de verano (figura 1). Se encontraron larvas completamente desarrolladas hasta el 8 de octubre, alimentándose profusamente del ruezno (foto 13); pupas al 12 del mes y adultos emergiendo tan tarde como 18 de octubre.



Foto 13. En la región centro-sur de Chihuahua el barrenador de la nuez presenta cuatro generaciones en el ciclo, si no hay factores de control. Aquí una larva completamente desarrollada alimentándose del ruezno previo a su apertura.

La época en que se presenta la generación de primavera y las dos primeras de verano coincide con lo reportado en la Comarca Lagunera (García 1986). En Chihuahua, la ocurrencia de las cuatro generaciones de adultos en el año es muy similar en tiempo a lo encontrado en huertas de New Mexico (Herrera y Lewis 1999).

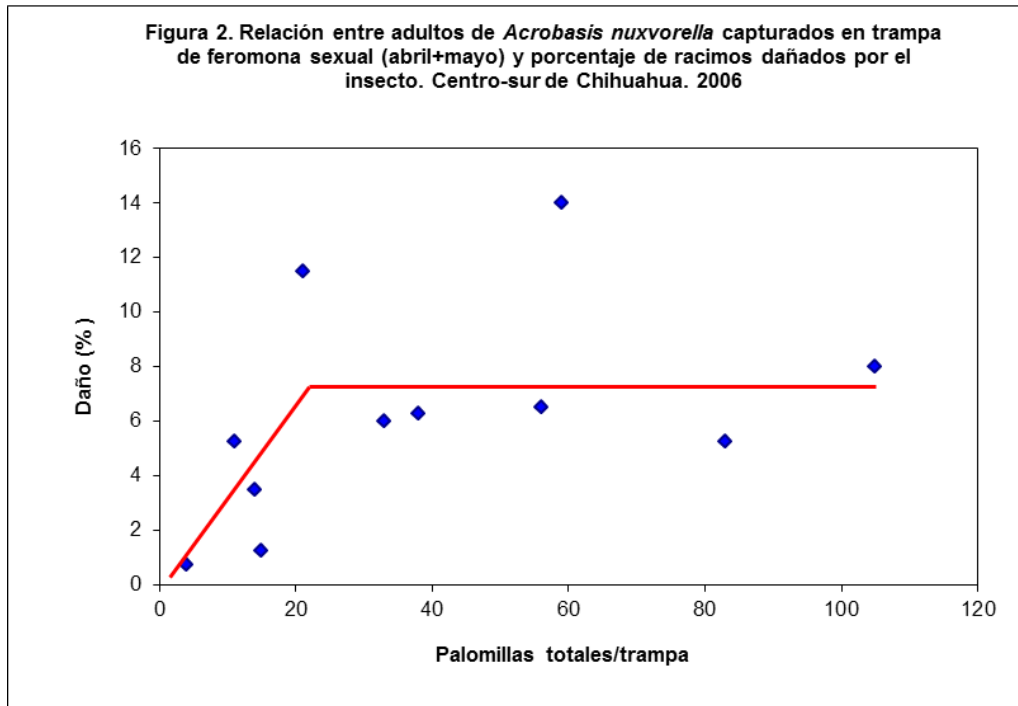
6. Relación adultos capturados: daño

Tradicionalmente el muestreo de BN se ha hecho revisando la presencia de huevos del insecto en los frutos recién polinizados. Esto es difícil y laborioso, dado que los huevos son muy pequeños, son puestos de manera individual y frecuentemente colocados en las cavidades del estigma o de las brácteas. Esto justifica el desarrollo de métodos alternativos de muestreo, como las trampas de feromona sexual (Knutson et al. 1998) o la revisión de primer daño reciente (Ellis et al. 1993, Knutson y Ree 2001).

La captura de adultos de *A. nuxvorella* con trampas de feromona sexual es una gran herramienta para el muestreo de este insecto; no obstante, el número de palomillas por trampa no estaba calibrado para tener un umbral de acción. Por ello, en 2006 se hizo un muestreo en 11 nogaleras de cinco municipios de la entidad, se registró la captura de adultos con trampas y feromona sexual TAMU durante abril y mayo; las trampas se colocaron a una altura de 2 m en el cuadrante Este de la copa de un nogal (foto 14). A principios de junio se revisó el grado de daño en una muestra de 400 racimos por huerta, a una altura de 1.5 a 2.5 m en los cuadrantes Este y Norte de 40 árboles por nogalera. El análisis estadístico se hizo mediante regresión lineal segmentada (SAS 2001).



Foto 14. La trampa con feromona para capturar al BN se coloca cuando la variedad Western está en la fase de estigma receptivo, en el cuadrante Este del árbol y a una altura de 1.8-2 m.



La relación entre el número total de palomillas capturadas y el número de racimos dañados por BN se describe con el modelo $Y=1.45X$ ($Pr>F=0.0002$, $r^2=0.84$) y el punto crítico es 21. Esto significa que en el rango de 1 a 21 palomillas, por cada adulto que se capture en la trampa se tendrá en los nogales 1.45 racimos dañados.

En la figura 2 se muestra la relación entre el número total de palomillas capturadas y el porcentaje de daño por BN. El modelo que mejor describe el evento es $Y=0.36X$ ($Pr>F=0.0002$, $r^2=0.84$) y el punto crítico es 21. Esto significa que en el rango de 1 a 21 palomillas, por cada adulto que se capture en la trampa se tendrá en los nogales 0.36% de racimos con daño. El valor $Pr>F=0.0002$ indica que la relación entre adultos capturados y daño es altamente significativa, y la $r^2=0.84$ refiere que la captura de adultos en la trampa explica en 84% el daño en racimos de nueces.

Como el ajuste de los modelos es alto, se puede hacer un primer ejercicio de umbral de acción (UA) con la segunda ecuación:

Modelo $Y=0.36X$

UA con daño= 5% (Knutson y Ree 2001)

Adultos que dañan el 5% de los racimos: $5=0.36X$

$$X= 5/0.36 = 13.9$$

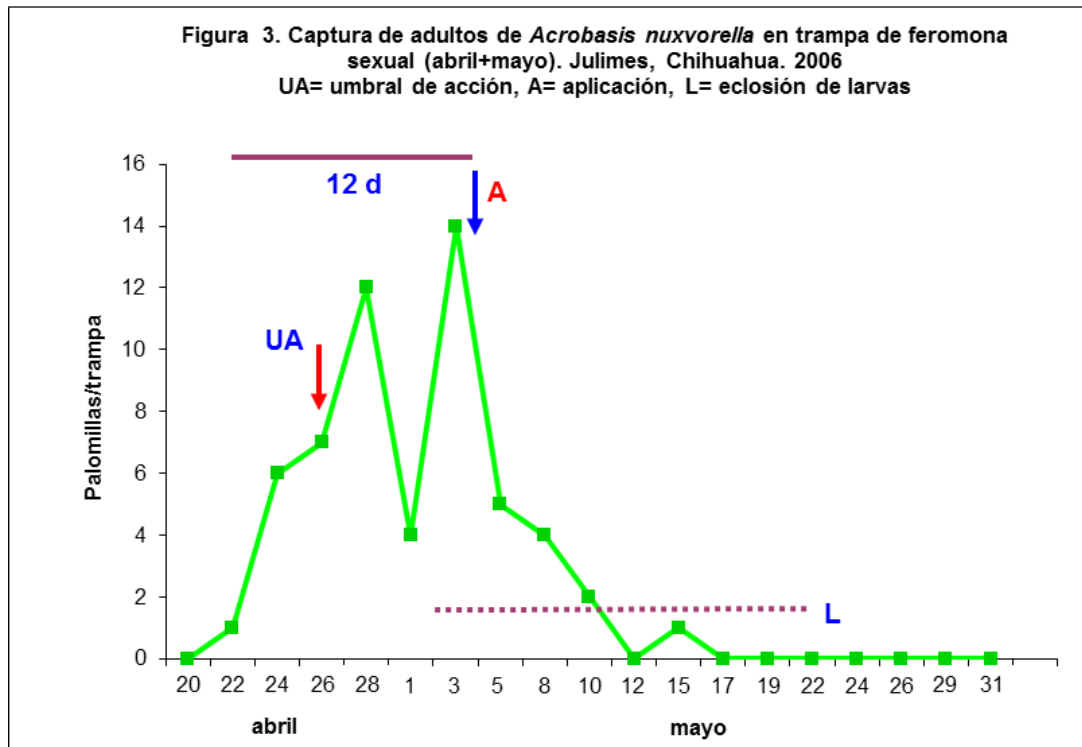
Lo anterior significa que por cada 14 palomillas que se capturen en las trampas de feromona se tendrá un 5% de racimos con daño de *A. nuxvorella*.

7. Trampeo y pronóstico de acción

Se explican estas importantes herramientas con un caso real. En la Huerta Santa Rosa (Julimes, Chihuahua) la trampa de feromona se colocó el 16 de abril, los días 18 y 20 no hubo captura, el día 22 se atrapó 1 palomilla, el día 24 fueron 6 adultos y el día 26 se atraparon 7 palomillas; la captura continuó hasta el 15 de mayo, con un pico poblacional del 28 de abril al 3 de mayo (figura 3). Esto es, al 26 de abril se acumularon 14 adultos, el umbral de acción propuesto, por lo tanto habría que implementar una medida de control... ¿Cuándo aplicarla?

1. De acuerdo con Ree (1998), en promedio los machos de BN emergen 3 días antes que las hembras, la preoviposición de éstas dura 3 días, la maduración de un huevo tarda 4 días y la larva recién emergida se alimenta durante 2 días de las yemas. Esto es: de la primera captura en la trampa de feromona a la primera entrada de larvas en una nuecesilla transcurren 12 días.
2. Por lo tanto, combinando la información biológica y el muestreo con trampa, se deduce que si el primer adulto se capturó el 22 de abril y el umbral de acción se alcanzó el día 26, el tratamiento de control tendría que aplicarse el 4 de mayo, en pospolinización (cuadro 1, figura 3).
3. Si se aplicara un producto como el Intrepid (17 días de residualidad) las nuecesillas estarían protegidas del 4 al 21 de mayo, época de eclosión de la mayoría de las larvas de esta generación de *A. nuxvorella* (figura 3). Las larvas que no eliminara dicho producto estarían expuestas al ataque de los insectos benéficos, por ejemplo.

El trampeo se maneja así: a) poner una trampa tipo “ala” 1C por cada 7-10 ha de huerta, b) cambiar la cápsula de feromona cada mes, c) revisar y registrar la captura diariamente o al menos 3 veces por semana (Knutson y Ree 2001, Mulder y Grantham 2001), d) colocar la trampa cuando aparecen las primeras flores femeninas receptivas de la variedad Western, típicamente el 15 de abril.



7.1. Muestreo visual

Pudieran no conseguirse trampas y/o cápsulas de feromona PNC-M, que se quisiera hacer una verificación del trampeo o una medición de la eficacia de un tratamiento de control. Para tales situaciones resulta muy práctico un muestreo visual de primer daño reciente. Basado en el comportamiento del BN y con información de Garza (1970), Ellis et al. (1993), Lewis y Scanlon (1998) y Knutson y Ree (2001) se conformó el siguiente procedimiento de muestreo, que en la práctica ha llevado a buenos resultados de control:

- a) Punto de partida: fase de estigma seco en la variedad Western (foto 15).
- b) Tamaño de muestra: 400 racimos (revisar al azar 20 nogales y en cada uno de ellos 20 racimos, a una altura de 1.8-2.5 m).
- c) Preferentemente inspeccionar los cuadrantes Este y Norte de los árboles.
- d) Buscar en cada racimo la primera nuecesilla con daño reciente: tapón de excremento pequeño y de color verdoso (foto 11).
- e) Revisar cada tercer día.
- f) Si en un muestreo se encuentran 20 racimos con primer daño reciente, se aplica de manera inmediata un insecticida biorracional.



Foto 15. Las hembras de *A. nuxvorella* únicamente ovipositan en frutos amarrados. Por ello es a partir de la pospolinización (estigma seco y negruzco) cuando aparecen los primeros daños por este insecto.

8. Umbral de acción vs. fructificación

En regiones nogaleras de Estados Unidos se reconoce que el umbral de acción (UA) para el manejo de *A. nuxvorella* varía según la condición productiva de los nogales. En Kansas se recomienda revisar 200 racimos de nuecesillas, si la carga de nueces es moderada el UA es de 3%, si la cosecha es alta es de 5% (Reid 1991). En Georgia se sugiere aplicar medidas de control cuando se tenga un 3% de huevos de BN o de racimos con daño reciente (Ellis et al. 1993).

En Alabama se muestrean 500 racimos, el UA es de 2% si la carga de frutos es baja-moderada y de 5% si la fructificación de los nogales es moderada-alta (McVay 1999). En Texas el UA es 5% de huevo maduro o daño reciente (Knutson y Ree 2001). Cuando la cantidad de nuecesillas en los nogales es muy alta puede permitirse hasta un 10% de daño, lo cual favorece un raleo natural (Reid 1991) y la actividad de los insectos benéficos contra el BN (Harris et al. 1994).

Es evidente que el muestreo de huevos o de daño reciente en los racimos de nuecesillas tiene que hacerse en la parte baja de la copa de los nogales, para que sea práctico. Al respecto, debe tenerse en cuenta que *A. nuxvorella* se alimenta en un 40% en el estrato bajo de los árboles (Lewis y Scanlon 1998). Lo anterior sugiere que si el muestreo de presencia de BN se hace en la parte baja de la copa de los nogales un UA conservador es suficiente.

9. Control

Numerosos trabajos de investigación en Estados Unidos y México han consignado parte de la bioecología de *A. nuxvorella*, diseñado herramientas de muestreo y generado estrategias de control. Esto es, hay tecnología suficiente para hacer un manejo integrado del BN, sostenible y amigable con el ambiente.

9.1. Biológico natural

El control biológico natural es una estrategia clave del “manejo integrado de plagas” (MIP), por ello en cada agroecosistema es necesario determinar su eficacia e inventariar los insectos benéficos que lo llevan a cabo (Luck et al. 1995). En diferentes regiones nogaleras de México y Estados Unidos se ha consignado la presencia de un buen número de parasitoides de *A. nuxvorella*. En cada región las especies dominantes de parasitoides son distintas.

En Nuevo León, Garza (1970) encontró ocho especies de parasitoides del BN y consignó que el mayor grado de parasitismo ocurre durante junio y julio. Los parasitoides de larvas fueron *Apanteles* sp., *Hyssopus* sp., *Perisierola cellularis* (Kieffer), *Euplectrus plathypenae* y *Eupelmus* sp.; y los de pupas fueron *Orgilus lateralis* (Cresson) y *Pristomerus austrinus* Townes&Townes.

En Parras (Coahuila) se identificaron seis especies de himenópteros parasitando a *A. nuxvorella*. El género más común fue *Illidops*, encontrado de abril a octubre; *Orgilus* apareció durante agosto, *Calliephialtes* de agosto a noviembre, *Scambus* de septiembre a octubre, *Phanerotoma* de mayo a noviembre y *Bassus* de septiembre a octubre (Flores 1989).

En Texas (EUA), Nickels et al. (1950) encontraron que el parasitismo natural era un factor importante para el control del BN en huertas sin uso de plaguicidas. Las larvas invernantes pueden ser parasitadas en los capullos hasta en 11% por *Euderus* (= *Secodella*) *acrobasis* (Crawford) y en los brotes de 8 a 27%; las larvas de la generación de primavera resultan parasitadas de 19 a 51%; los principales parasitoides fueron *Bracon* (= *Microbracon*) *variabilis* (Provancher), *Apanteles epinotiae* Viereck, *Agathis* (= *Bassus*) *acrobasis* (Cushman), *Macrocentrus instabilis* Muesebeck y *P. cellularis*.

En nogaleras sin uso de plaguicidas de New Mexico (EUA) el daño por *A. nuxvorella* durante varios años ha sido menor al 2%, debido en parte a un control natural de la plaga de 40 a 48% (Ellington et al. 2002). El BN es parasitado hasta en 33% por *A. acrobasis*, en un 5% por *Goniozus legneri* Gordh y en un 2% por *Brachymeria hammeri* (Crawford) (Romero et al. 2001).

En Georgia (EUA) *A. nuxvorella* generalmente es mantenido bajo control por el parasitismo natural. El insecto benéfico más importante contra esta plaga es la mosca taquínida *Exorista pyste* (Walker), que ataca larvas y pupas del BN; otros parasitoides de larvas son *B. variabilis*, *Calliephialtes grapholitae* (Cresson), *Cremastus* sp., *Diadegma* (= *Angitia*) sp. y *E. acrobasis* (Teddars 1984).

Cuadro 4. Condición de nogaleras con relación a la presencia de *Acrobasis nuxvorella* (BN) en dos años en el centro-sur de Chihuahua.

Huertas	2004	2005
Muestreadas	25	30
Con BN	22	26
Con umbral de acción para BN ¹	4	1
Con control natural eficaz del BN	18	25

¹UA= 5% de racimos con huevo o entrada reciente de BN (Knutson y Ree 2001).

En la región centro-sur del estado de Chihuahua, en los años 2004 y 2005 se realizó un muestreo de nogaleras para evaluar el control biológico natural del BN. Se encontró que en más del 80% de las huertas estaba presente *A. nuxvorella*, pero en muy pocas el insecto alcanzó el UA de 5% de racimos con daño (cuadro 4). Se considera que en la mayoría de las huertas el insecto plaga no llegó al UA debido a su control biológico natural eficaz (cuadros 4, 5, 6 y 9).

En los dos años de estudio y para la generación de primavera de *A. nuxvorella* (mayo y junio), el grado de daño por huerta varió de 0.25 a 5.5%, donde la única acción contra la plaga fue el control biológico natural.

9.1.1. Parasitismo

En Chihuahua, el parasitismo sobre larvas invernantes del BN se detecta a mediados de abril, cuando el brote está en pleno crecimiento y la larva de la plaga se alimenta de su médula (foto 16). El mayor grado de parasitismo ocurre en las larvas de primavera, de mediados de mayo a principios de julio (cuadro 5). El grado de parasitismo (10 a 53.2%) de larvas de primavera del BN en nogaleras de la entidad es similar al de huertas de Texas (19 a 51%) y de New Mexico (40 a 48%), donde el control natural es el único factor de regulación de la plaga. Además, el parasitismo de larvas de la primera y segunda generación de verano del BN, en agosto y principios de septiembre, ocurre con un buen porcentaje (cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio mensual de parasitismo (%) de larvas de *Acrobasis nuxvorella* en nogaleras del centro-sur del estado de Chihuahua. 2004

Mes	Municipio			
	Delicias	Julimes	Rosales	Saucillo
Abril	0	50	0	50
Mayo	0	-- ¹	10	27.5
Junio	53.2	50.3	38.5	40.7
Julio	--	40	31.5	25
Agosto	41.8	--	--	--
Septiembre	21.4	--	25	--

¹No se muestreó.

En 2005 se encontró que el parasitismo de larvas de primavera del BN fue consistente en junio y julio, en distintos municipios de la entidad (cuadro 6); sin embargo, el grado de este tipo de control natural fue menor que en 2004, posiblemente debido a la menor incidencia del insecto plaga el segundo año (explicado por ser una relación densodependiente).

En el estado de Chihuahua la diversidad de especies de parasitoides asociadas con *A. nuxvorella* es menor (cuadro 7) al de aquellas regiones donde el BN y sus enemigos naturales tienen muchas décadas de establecidos, como Texas, Nuevo León y Parras; no obstante, ello no ha demeritado la eficacia del parasitismo total.



Foto 16. Pupa del parasitoide *Macrocentrus instabilis* en un brote que fue barrenado por una larva invernante de BN. Del insecto plaga sólo quedó la cápsula cefálica (señalada por la flecha).

Cuadro 6. Promedio mensual de parasitismo (%) de larvas de *Acrobasis nuxvorella* en nogaleras del centro-sur del estado de Chihuahua. 2005

Mes	Municipio			
	Delicias	Julimes	Rosales	Saucillo
Junio	25	40	23	28.8
Julio	26.6	25	31.5	39.5

El principal parasitoide de larvas del BN en Chihuahua es el bracónido *Macrocentrus instabilis* (foto 17), mientras que en Texas, Georgia, New Mexico, Coahuila y Nuevo León las especies importantes son otras. Las características de adaptabilidad y alta capacidad de búsqueda pueden ser particularmente atribuidas a *M. instabilis* por: a) se encuentra en la mayoría de las huertas de todos los municipios muestreados; b) en abril se encontraron muy pocos brotes dañados por BN, cuyo 50% tenía pupas del parasitoide; y c) en una nogalera aislada en el semidesierto de San Diego de Alcalá se encontró una incidencia de *A. nuxvorella* de 2%, cuyas larvas estaban parasitadas en 40% por *M. instabilis*. Además, este parasitoide tiene el mismo número de generaciones que el BN, por lo que puede atacar las larvas de la plaga en invierno, primavera y verano (Nickels et al. 1950).



Foto 17. Hembra del parasitoide *Macrocentrus instabilis*. En Chihuahua este insecto benéfico se estableció junto con *A. nuxvorella*, exhibiendo una completa adaptación.

El adulto de *M. instabilis* es de color anaranjado claro y opaco, la longitud corporal es de 6 a 6.5 mm en la hembra y de 5 a 6 mm en el macho, las antenas son 1.5 veces más largas que el cuerpo, sus patas son largas y fuertes, su tórax es robusto y la extensión de sus alas anteriores es de 4 a 5 mm, tiene un ovipositor fuerte y largo que plegado sobre su abdomen sobresale de 5 a 8 mm, exhibe una proporción sexual (♀:♂) de 3:1. Estas características sugieren que el parasitoide tiene la aptitud física para explorar adecuadamente un ecosistema y localizar y parasitar una plaga de hábito críptico como *A. nuxvorella*.

Cuadro 7. Parasitoides de larvas y/o pupas de *Acrobasis nuxvorella* en la región nogalera del centro-sur de Chihuahua, en dos años.

Familia	Especie	Insectos recolectados	
		2004	2005
Braconidae ¹	<i>Macrocentrus instabilis</i>	339	96 ⁴
Bethylidae ¹	<i>Perisierola</i> sp.	42	27
Chalcididae ¹	<i>Conura</i> sp.	4	0
	<i>Brachymeria</i> sp.	2	0
Eupelmidae ¹	<i>Eupelmus</i> sp. ³	2	0
Ichneumonidae ¹	<i>Campoletis</i> sp.	2	0
Tachinidae ²	sp. 1	3	8
	sp. 2	2	4

Orden: ¹Hymenoptera, ²Diptera.

³Parasitoide secundario.

⁴En 2005 sólo realizó el 45% de los muestreos hechos en 2004.

Un comportamiento que puede explicar en parte la eficaz actividad parasítica de las especies de *Macrocentrus* es que localizan a sus presas por las kairomonas que libera el tapón de desechos que cubre el túnel de alimentación (Doutt 1984), como el que forma *A. nuxvorella* en las nuecesillas (de hasta 5 mm de diámetro). Este mecanismo favorece la localización del hospedero, particularmente cuando su densidad poblacional es baja (Gordh et al. 1999). La provisión de néctar y refugio por plantas arvenses o cultivadas puede mejorar el parasitismo del BN por *Macrocentrus* en las nogaleras (Hagen 1984, Ellington et al. 1991).

De acuerdo con el número de especímenes recolectados, el segundo parasitoide del BN en Chihuahua fue *Perisierola* sp. (foto 18). Es un ectoparasitoide gregario, que pone de 5 a 12 huevos de color verde claro sobre el dorso de las larvas de *A. nuxvorella*, principalmente de la generación de primavera.

En Chihuahua, el parasitismo del BN por moscas taquínidas es bajo (cuadro 7), aunque es valioso como componente del control biológico natural (foto 19); se han encontrado dos especies, aún no identificadas. En Georgia se reporta al taquínido *E. pyste* como el principal parasitoide del BN (Teddars 1984) y en Texas se han encontrado cinco especies de Diptera, con muy pocos especímenes (Nickels et al. 1950).

9.1.2. Depredación y enfermedades

Teddars (1984) comenta que ciertas especies de pájaros son depredadores del BN. En New Mexico, de 21 especies de arañas (Araneae) encontradas en las nogaleras sólo *Hibana incurva* explora los racimos de nueces y puede ser un depredador del insecto plaga (Richman y LaPierre 1999). En dicha entidad, durante la época de oviposición del BN se presenta la mayor población de *Deraeocoris nebulosus* (Miridae), la cual pudiera depredar huevos y larvas de *A. nuxvorella* (Ellington et al. 1999).

En huertas de la entidad no se ha consignado un agente biológico que depreda larvas o pupas del BN, aunque se ha observado una presencia común de la chinche *Sinea* sp. (Reduviidae) explorando las nuecesillas en la época que aparecen las larvas de primavera de *A. nuxvorella*. También se han encontrado arañas (Salticidae) dentro de brotes o frutos con daño de BN y del insecto plaga sólo la cápsula cefálica. Asimismo es común encontrar pupas de crisopas verdes (Chrysopidae) en frutos dañados y con tapón de BN (foto 20), pero sin este insecto.

La cantidad de nueces dañadas por BN y en las que no se encontró la plaga o un parasitoide fue relativamente alta (cuadro 8), particularmente en mayo, cuando son puestos los huevos y se desarrollan las larvas de la generación de primavera de la plaga. Esta “desaparición” de un porcentaje alto de larvas del BN puede considerarse un componente más del control natural.

El porcentaje de larvas de BN secas también es importante y consistente en los dos años de muestreo, como una aportación más al control natural total de la plaga (cuadro 8). Dichas larvas se encuentran dentro de nuecesillas que conservan el tapón que protege el túnel de alimentación y aparecen deshidratadas, arqueadas y de color pardo oscuro (foto 21). Estos síntomas se presentan en larvas de diferentes estadios. Se desconoce la causa de esta mortalidad, una patogénesis puede ser una posibilidad. Al respecto, sólo se ha encontrado una larva micosada, con micelio parecido al de *Beauveria bassiana*.



Foto 18. Larvas del ectoparasitoide *Perisierola* sp. (de color verde) alimentándose de una larva de *A. nuxvorella* (en el interior de una nuecesilla). Foto AAFC



Foto 19. Mosca taquinida explorando un racimo con daño de *A. nuxvorella*, esperando la exposición de la larva para parasitarla.

Cuadro 8. Porcentaje de racimos con nuecesillas dañadas y vacías (NDV) y larvas secas de *Acrobasis nuxvorella* en nogaleras del centro-sur de Chihuahua, en dos años.

Mes	NDV ¹		Larvas secas	
	2004	2005	2004	2005
Mayo	28.3	35.8	3.4	8.8
Junio	4.3	19.1	5.0	8.9
Julio	0	0	5.2	0
Agosto	0	--	1.7	--
Septiembre	0	--	9.0	--

¹NDV= Nuecesillas con daño de BN, con el tapón adherido a un lado del túnel de alimentación, pero sin la larva o pupa de la plaga.

9.2. Biológico inducido

En Texas, en huertas sin uso de plaguicidas *Trichogramma minutum* (Riley) puede parasitar de manera natural el 18% de los huevos de la generación de primavera de BN (Nickels et al. 1950). Por su parte, García y Tarango (2011) midieron la eficacia de liberaciones de *T. platneri* Nagarkatti, iniciando éstas seis días después de la primer captura de adultos en la trampa de feromona sexual (figura 4), cuando inicia la oviposición, tomando en cuenta que el macho del BN emerge en promedio tres días antes que las hembras y éstas tienen un periodo de preoviposición de tres días (Ree 1998).

En dicho estudio se liberaron aproximadamente 10,000 avispitas/árbol, divididas en cuatro liberaciones (figura 4). En el cuadro 9 se muestra que en la primera huerta donde se liberaron las avispitas (Rosales A) la cantidad de racimos con daño fue 3.0 veces menor con respecto al testigo (control natural). En la segunda huerta (Rosales B) el grado de infestación por BN fue mayor y el número de racimos dañados fue 2.3 veces menor al liberar *T. platneri* comparado con el testigo.

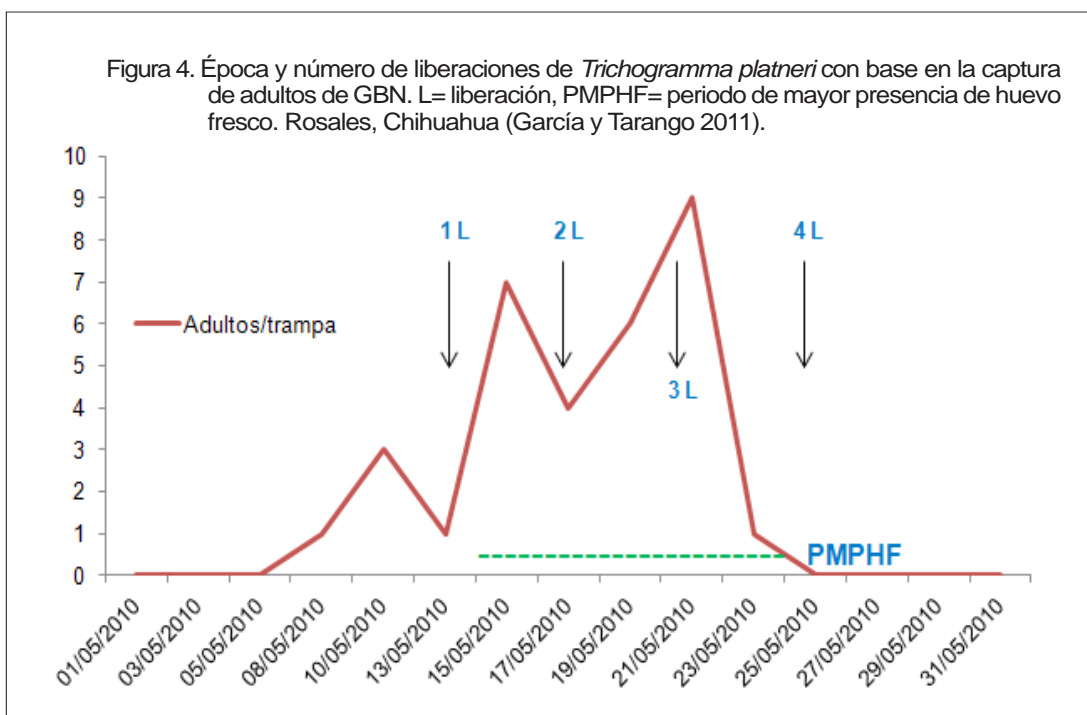
En este trabajo se observó que cuando la presión del BN es fuerte (Rosales B) el daño en el tratamiento con la avispa supera el umbral económico de 5% propuesto por Knutson y Ree (2001). Sin embargo, al control biológico inducido por *T. platneri* debe sumarse el control biológico natural dado por la avispa *M. instabilis*, que logra un nivel de parasitismo de larvas de *A. nuxvorella* de 66 a 85%, considerado muy alto (cuadro 9).



Foto 20. Nuecesillas secas debido al daño por larvas de primavera de *A. nuxvorella*, en las cuales no se encontró al insecto plaga pero sí a pupas de crisopas verdes, que pudieron haber depredado a las primeras.



Foto 21. Larvas de primavera de *A. nuxvorella* aparecen enjutas en el interior de la nuecesilla que estaban consumiendo, lo que sugiere una patogénesis.



Cuadro 9. Eficacia de *Trichogramma platneri* contra el barrenador de la nuez (BN) y parasitismo por *Macrocentrus instabilis* (MI) en nogaleras sin uso de plaguicidas. Rosales, Chihuahua.

Tratamiento	Rosales A		Rosales B	
	Daño por BN (%)	Parasitismo por MI (%)	Daño por BN (%)	Parasitismo por MI (%)
Testigo (control natural)	6.9 a*	76	20.9 a	78
Liberación de <i>T. platneri</i>	2.3 b	66	8.9 b	85

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

De: García y Tarango (2011).

9.3. Químico

En la región centro-sur del estado de Chihuahua se ha demostrado que el control natural de *A. nuxvorella* es eficaz en términos de regulación (cuadros 4 al 9), por lo cual se constituye como la primera herramienta del manejo de la plaga. No obstante, hay años y huertas en que los enemigos naturales no dan un suficiente grado de control. Así, se requiere la aplicación del control químico, donde la mejor elección son los plaguicidas selectivos (biorracionales). La selectividad es muy importante, primero para proteger a los parasitoides y depredadores que atacan al BN y segundo para cuidar a los insectos benéficos que regulan a los áfidos, pues ambas plagas coinciden en su ocurrencia en mayo, junio y agosto.

En el cuadro 10 se muestran varios agroquímicos que pueden usarse para el control del BN. Actualmente, los RCI Confirm e Intrepid son una gran herramienta para hacer MIP en las nogaleras, pues controlan eficazmente al BN, protegen las nueces durante 2 a 3 semanas, respetan a los insectos benéficos, son efectivos contra larvas grandes de *A. nuxvorella*, no contaminan el ambiente y son los más económicos por cada día protegido (Mulder y Grantham 2001, Mulder y Stafne 2007).

El Exalt es eficaz en controlar al BN, pero elimina a las avispitas *M. instabilis* y *T. platneri* que parasitan a esta plaga, por lo que sólo debería usarse cuando dichos insectos benéficos no estén presentes en las huertas. Deben usarse agroquímicos con registro COFEPRIS para nogal pecanero, y en el caso de nueces que se van a exportar a Estados Unidos únicamente usar productos autorizados por la EPA para este frutal.

Cuadro 10. Dosis eficaz, tiempo de protección y selectividad de un plaguicida, tres bioinsecticidas y dos reguladores del crecimiento de insectos para el control de *Acrobasis nuxvorella*.

Producto	Dosis en 100 L agua	Residualidad (días)	Respeto insectos benéficos
Lorsban 480CE	150 mL	5-7	No
Dipel 2X	60 g	4-5	Si
Confirm	60 mL	17-21*	Si
Intrepid	25 mL	17-21*	Si
Exalt	40 mL	14-21*	Si-No**
Proclaim 5GS	20 g	7-10	Moderado

*En huertas con una cobertura de follaje completa y la adición de un adherente-humectante.

**El Exalt es selectivo a catarinitas y crisopas, pero elimina a las avispitas *Macrocentrus instabilis* y *Trichogramma platneri*.

Adaptado de: Aguilar (2001), Mulder y Grantham (2001)

Mulder y Stafne (2007), Knutson et al. (2010),

Fu et al. (2011), García y Tarango (2011).

En abril y mayo de 2007, en huertas del centro-sur de Chihuahua, se hizo una validación del pronóstico de la fecha de aplicación con base en la captura de adultos con trampa de feromona. Se encontró que dicha herramienta de muestreo define adecuadamente el cuándo aplicar (ver apartado 7, figura 3). La eficacia del metoxifenozone en controlar al BN fue altamente significativa; donde se asperjó el RCI el daño promedio fue de 1.9% y en el testigo sin aplicar de 18.9% (cuadro 11). En las huertas donde se aplicó el RCI la mitad de los racimos sólo tuvieron una nuecesilla dañada; las larvas que quedaron vivas fueron parasitadas en 65% por la avispa *M. instabilis* a mediados de junio.

Cuadro 11. Efecto de un regulador del crecimiento de insectos en el control de *Acrobasis nuxvorella* con pronóstico de la fecha de aplicación mediante trampas de feromona sexual. 2007

Huerta	Racimos con daño (%) ¹	
	Testigo	Metoxifenozone ²
Contrayerbas	51.2	4.8
El Capricho	15.0	2.2
La Gloria	21.5	1.2
La Misión	7.5	2.5
Las Ranas	15.0	2.2
Pita	17.2	1.5
Santa María	8.2	0
Santa Rosa	19.2	0.8
Trincheras	16.0	2.5
Pr>F ³	0.001	

¹Tamaño de muestra: 400 racimos (40 nogales y 10 racimos/árbol).

²Por cada 100 L de agua: 25 mL Intrepid + 30 mL ADH.

³Prueba de t.

9.3.1. Calidad de aplicación

Para lograr un buen control del barrenador de la nuez es necesario que todos los frutos de cada nogal sean protegidos por la aspersion en un tiempo definido, para lo cual se requiere una estrategia bien programada:

- a) Hacer un muestreo formal del insecto en cada huerta y definir si hay umbral de acción.
- b) Determinar el momento oportuno de aplicación mediante el muestreo directo o con trampa de feromona sexual.
- c) Elegir el producto y la dosis adecuada para cada nogalera.
- d) Realizar una aspersion de calidad:
 - Cubrir de manera completa la copa de los nogales; como referencia en una huerta de árboles adultos plantada a 12x12 m se asperjan 1,000 L de agua/ha.
 - Aplicar durante la noche, no asperjar cuando haya viento.
 - Calibrar y revisar regularmente la aspersora (boquillas, bomba, filtro y abanico).
 - Adicionar un adherente-humectante, y en el caso de los plaguicidas convencionales y de los productos de *Bacillus thuringiensis* acidificar el agua a pH 5.
- e) No aplicar mezclas de plaguicidas o RCI, ni dosis mayores que las recomendadas, esto incrementa los costos del tratamiento y el riesgo de generar resistencia en la plaga.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Chihuahua por el apoyo económico para realizar la primera parte de esta investigación. Al sr. Luis Carlos Pérez F. del CEDEL-INIFAP por su excelente trabajo de campo y laboratorio. Al Dr. Marvin Harris y al Ing. Francisco Rojo T. por la provisión de la feromona experimental. Al M.C. Noé Chávez Sánchez del CEDEL-INIFAP por su asesoría en el análisis estadístico. Al M.C. Agustín Alberto Fu Castillo del CECH-INIFAP y a Oklahoma State University por permitirnos utilizar material fotográfico de su propiedad. A los patrocinadores de esta publicación.

10. Literatura citada

- Aguilar P., J.H. y E.J. Cuéllar V. 1998. Evaluación de *Bacillus thuringiensis* para el control del gusano barrenador de la nuez. En: XXI Congreso Nacional de Control Biológico. Soc. Mex. de Control Biológico. P.275-277.
- Aguilar P., J.H. 2001. Alternativas para el control del gusano barrenador de la nuez y su impacto sobre insectos benéficos. Informe de investigación. México. CEZAR-INIFAP.
- Doutt, R.L. 1984. Características biológicas de los adultos entomófagos. En: P. DeBach (ed.). Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. 11ª. impresión. CECOSA. México. P.179-204.
- Ellington, J.; T. Carrillo and B. Lewis. 1991. Biological control of pecan nut casebearer in the Mesilla Valley. Proc. West. Pecan Grow. Ass. P.25-32.
- Ellington, J.; D. Richman; T. Carrillo and S.T. Ball. 1999. Biological control of insect pests in pecan. Thirty-third West. Pecan Conf. proc. CES-New Mexico State University. P.13-28.
- Ellington, J.; E.A. Herrera and T. Carrillo. 2002. Pecan entomology research progress (pecan nut casebearer). Thirty-second West. Pecan Conf. Proc. CES-New Mexico State University. P.4-13.
- Ellis, H.C.; P. Bertrand; T.F. Crocker and S. Brown. 1993. Georgia pecan pest management guide. Bull. 841. CES-The University of Georgia. 11 p.
- Flores, R. 1975. Generalidades y control de algunas plagas del nogal. En: IV Ciclo de Conferencias Internacionales de los Productores de Nuez. Sonora, México. 100 p.
- Flores D., M. 1989. Himenoptera parasítica asociada al nogal *Carya illinoensis* Koch en el sureste de Coahuila. Tesis de maestría. UAAAN. México. 64 p.
- Fu C., A.A.; M.K. Harris; J. Grageda G.; S.H. Tarango R.; A. Jiménez L. y A.A. Fontes P. 2011. El gusano barrenador de la nuez en la Costa de Hermosillo. Publicación técnica No. 2. México. CECH-INIFAP. 47 p.

- Fu C., A.A.; M. Harris; B. Villa B.; J.H. Núñez M. y J. Millar. 2006. Investigación en la identificación y evaluación de la feromona sexual del gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* (Lepidoptera: Pyralidae). En: Seminario de nogal pecanero. Memoria técnica No. 21. México. CECH-INIFAP. P.100-111.
- García S., C. 1986. Dinámica de población y combate del barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* Neunzing en la Comarca Lagunera. En: 5º. día del nogalero. Publicación especial No. 23. México. CELALA-INIFAP. P.13-22.
- García N., G. y S.H. Tarango R. 2011. Manejo de *Trichogramma* en huertas de nogal. Folleto técnico No. 39. México. CEDEL-INIFAP. 31 p.
- Garza M., U.J. 1970. Insectos parásitos del barrenador de la nuez *Acrobasis caryae* (Grote), Lepidoptera-Phycitidae, y otras palomillas del nogal en Nuevo León. Tesis de licenciatura. Fac. Ciencias Biológicas-UANL. México. 49 p.
- Gordh, G.; E.F. Legner and L. Caltagirone. 1999. Biology of parasitic Hymenoptera. In: T.S. Bellows and T.W. Fischer (eds.). Handbook of biological control. Academic Press. P.335-381.
- Hagen, K.S. 1984. Nutrición de insectos entomófagos y sus huéspedes. En: P. DeBach (ed.). Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. 11ª. impresión. CECOSA. México. P.411-436.
- Harris, M.K. 1983. Integrated pest management of pecans. Ann. Rev. Entomol. 28:291-318.
- Harris, M.K. 1995. Manejo integral de plagas. En: Tercer simposium internacional nogalero. México. ITESM-Campus Laguna. P.30-38.
- Harris, M.K.; J.A. Jackman; B. Ree and A. Knutson. 1994. Pecan nut casebearer update. In: Sustaining pecan productivity into the 21st century. Second Nat. Pecan Work. Proc. ARS-USDA. P.28-29
- Herrera A., E. and B.E. Lewis. 1999. Potential economic nut damage due to third generation pecan nut casebearer in southern New Mexico. Thirty-third West. Pecan Conf. proc. CES-New Mexico State University. P.57-62.
- Knutson, A.E.; M.K. Harris and J.G. Millar. 1998. Effects of pheromone dose, lure age, and trap design on capture of male pecan nut casebearer (Lepidoptera: Pyralidae) in pheromone-baited traps. J. Econ. Entomol. 91(3):715-722.
- Knutson, A. and B. Ree. 2001. Control del barrenador de la nuez. Servicio de Extensión Agrícola de Texas. El Sistema Universitario de Texas A&M. 6 p.
- Knutson, A.; B. Ree and M. Muegge. 2010. Managing insect and mite pests of commercial pecans in Texas. TAES-The texas A&M University System. 25 p.
- Lewis, B. and R. Scanlon. 1998. Pecan entomology research progress (pecan nut casebearer). Thirty-second West. Pecan Conf. Proc. CES-New Mexico State University. P.4-13.

- Luck, R.F.; M.J. Tauber and C.A. Tauber. 1995. The contributions of biological control to population and evolutionary ecology. In: Biological control in the western United States. Publication 3361. University of California. P.25-45.
- McVay, J.R. 1999. A biointensive approach to pecan insect management. Thirty-third West. Pecan Conf. proc. CES-New Mexico State University. P.49-56.
- Mulder, P.G. and R. Grantham. 2001. The pecan nut casebearer. F-7189. OCES-Oklahoma State University. 4 p.
- Mulder, P. and E. Stafne. 2007. Commercial pecan insect and disease control. CR-6209. OCES-Oklahoma State University. 4 p.
- Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo integrado de plagas del nogal. En: J.G. Arreola y I. Reyes (eds.). Tecnología de producción en nogal pecanero. Libro técnico No. 3. México. CELALA-INIFAP. P.145-176.
- Nickels, C.B.; W.C. Pierce and C.C. Pinkney. 1950. Parasites of the pecan nut casebearer in Texas. Tech. Bull. 1011. USDA. 21 p.
- Ree, B. 1998. Using the pecan nut casebearer pheromone trap. Pecan South 31(2):20.
- Reid, W. 1991. Notes on nut trees. Note PM10-91. Kansas Nut Grow. Ass. 5 p.
- Richman, D.B. and C. LaPierre. 1999. *Hibana incursea* (Araneae: Anyphaenidae): a predator of pecan pests in the southwestern United States. Thirty-third West. Pecan Conf. proc. CES-New Mexico State University. P.63-73.
- Romero, J.C.; J.J. Ellington and D.B. Richman. 2001. Pecan nut casebearer *Acrobasis nuxvorella* Neunzig parasites collected in Doña Ana county, NM, and El Paso, TX. Southwest. Entomol. 26(3):269-270.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT user's guide. Release 8.2 ed. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Tarango R., S.H. 2006. Manejo del nogal pecanero con base en su fenología. Folleto técnico No. 24. México. CEDEL-INIFAP. 38 p.
- Tarango R., S.H.; H. Aguilar P. y F.J. Quiñones P. 2003. Biología, muestreo y control de los barrenadores del ruezno y de la nuez. Folleto técnico No. 12. México. CEDEL-INIFAP. 26 p.
- Tedders, L. 1984. Nut pests. Pecan nut casebearer. In: Pecan pest management in the southeast. CES-The University of Georgia. P.26-27.

En el proceso editorial de esta publicación participaron las siguientes personas del

Campo Experimental Delicias:

Revisores técnicos: M.C. Noé Chávez Sánchez

M.C. Hugo Raúl Uribe Montes

M.C. Socorro Héctor Tarango Rivero

M.C. Gamaliel Orozco Hernández

M.C. Guadalupe Terrazas Prieto

Dr. Víctor Manuel Hernández Muela

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de junio de 2014, en los talleres de IMimpresos, en Meoqui, Chihuahua, México.

Su tiraje consta de 2,000 ejemplares