

COMPACTACION DEL PERIODO DE MADURACION EN COSECHA DE NUEZ EN NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis* Koch)

SHORTENING OF RIPENING PERIOD FOR HARVESTING PECAN TREES (*Carya illinoensis* Koch)

L. Ortega Ramírez, J. G. Arreola Ávila, R. Trejo Calzada, G. García Herrera, O. Esquivel Arriaga, J.L. López Medrano

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Apdo. Postal 8. C.P. 35230. Bermejillo, Dgo.

RESUMEN. En nogal pecanero la maduración del fruto se presenta secuencialmente. La cosecha de la nuez se inicia a partir de octubre y se prolonga dependiendo de las condiciones ambientales hasta Noviembre. Esto obliga al productor a realizar al menos dos cosechas lo cual incrementa los costos de producción, así como las fluctuaciones de precios a medida que avanza el período de cosecha. Una alternativa para compactar la maduración es mediante la aplicación de productos sintéticos como el ethrel. Se evaluó en el 2007 el efecto que tienen las aplicaciones de ethrel sobre la compactación de la maduración del fruto en nogal pecanero. Se seleccionaron árboles en producción de 20 años de edad, con una densidad de 100 árboles/ha en el municipio de Lerdo, Durango. Se establecieron 3 tratamientos en concentraciones de 0, 1000 y 2000 ppm, 10 días previos a la etapa de madurez fisiológica (finales de Septiembre). Los tratamientos de 1000 y 2000 ppm de ethrel, adelantaron la cosecha por dos semanas y compactaron la maduración de la nuez. Los tratamientos no tuvieron efecto sobre calidad de la nuez.

Palabras clave: ethrel, concentración, cosecha, maduración del fruto, compactar.

SUMMARY. In pecan tree nut maturity is gradual. Nut harvest starts at beginning of October until late November, depending on environmental condition. Therefore the producers have to carry out at least two harvests, which increase production costs as well as price fluctuations with the season advancement. An alternative for compacting nut maturity, is by applying chemical products such as ethrel. The present study was carried out with the objective to evaluate the effect of ethrel applications on compaction of nut maturity in pecan. Pecan trees of twenty years old, established at 100 trees per ha, in Lerdo Country were selected. Three treatments at concentrations of 0, 1000 y 2000 ppm of ethrel were done 10 days previous to physiological nut maturity (late September).

Ethrel treatments with 1000 and 2000 ppm, advanced harvesting for two weeks and compacted nut maturity. Treatments did not affect nut quality.

Key words: ethrel, concentrations, harvesting, fruit maturity, compact.

INTRODUCCION

En nogal pecanero el desarrollo del fruto se inicia después de la fecundación y se presenta en dos etapas. Una de ellas corresponde a un rápido crecimiento del fruto (que va desde mayo hasta fines de junio) que finaliza con el endurecimiento de cáscara a fines de julio, la segunda etapa corresponde al llenado del mismo. La maduración de la nuez inicia en la Comarca Lagunera en la tercera semana del mes de septiembre para el cultivar Western (Arreola *et al.*, 2002). Los frutos del cultivar Western alcanza su estado de madurez entre los 16 y 22 días, según las horas frío del invierno y la

temperatura incidente una vez que el árbol termina su dormancia.

La cosecha de la nuez inicia a partir de la primera semana de octubre y se prolonga hasta el mes de noviembre dependiendo de las condiciones ambientales. Esto obliga al productor a realizar al menos dos cosechas lo cual incrementa los costos de producción, además de la incertidumbre que ocasiona la fluctuación de precios a medida que avanza el período de cosecha. Una de las alternativas para compactar el período de maduración de la nuez, es la aplicación de productos hormonales sintéticos como el ethrel que regula el crecimiento.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de las aplicaciones de la fitohormona ethrel sobre la compactación de la maduración del fruto en nogal pecanero.

El desarrollo de la nuez puede dividirse en dos fases muy distintas a lo largo de la temporada. La primera fase se caracteriza por el crecimiento de la nuez iniciándose con la polinización y terminando con el endurecimiento de la cáscara; no hay más crecimiento de la nuez después de esta fase Terminal. En la segunda fase sucede el llenado de la nuez, la cual abarca desde el endurecimiento de la cáscara hasta la apertura del ruezno. La almendra se desarrolla y llena durante esta fase (Herrera, 2004).

Las labores de: riego, fertilización, control de plagas y enfermedades son prioritarias durante la etapa de llenado de la nuez (Lyda, 1978; citado por Arreola *et al.*, 2002). Al igual los factores ambientales son importantes ya que afectan el desarrollo del fruto, tales como: temperatura, estrés hídrico, viento, luz solar y la posible interacción entre temperatura y longitudes del día y época (Ryugo, 1993).

Una vez que el desarrollo de la almendra se ha completado, lo cual ocurre en un período aproximado de seis semanas (agosto y septiembre) en las variedades Western, Wichita, Choctaw, la planta inicial la apertura del ruezno, lo cual indica que principia la maduración del fruto. La forma práctica para determinar el inicio de la maduración en nogal pecanero debe ser por medio de muestreos y observaciones de las costillas del ruezno; las cuales se tornan color negro y al ejercer presión sobre el ruezno estos se separan en sus partes y se desprende la nuez lo que es indicio de que el fruto ha madurado (Arreola *et al.*, 2002). La completa maduración del fruto dependen de la suficiente acumulación de calor recibido por el árbol. Para el cultivar Western, se requieren 4532 ± 214 unidades caloríficas, considerando como punto crítico 4.4°C (Gladden, 1979; citado por Medina y Cano, 2002).

El ethrel (ácido 2 – cloroetilfosfónico) o su sinónimo etefón (ethephon) son productos comercialmente disponibles y registrados, que dentro de la planta liberan etileno (C_2H_4), que es una hormona del crecimiento que “dispara” la maduración y senescencia de los frutos en la madurez fisiológica (Ray, 1980; citado por Sandoval, 1990).

El uso de ethrel en solución acuosa, es una forma práctica de aplicar etileno a las frutas y verduras en pre y post cosecha (Abeles, 1974; citado por Sandoval, 1990), dicha solución resulta ser una formulación

fuertemente ácida cuya eficiencia en la liberación de etileno depende en gran medida del pH, y solamente cuando se alcanza un valor aproximadamente 5.0 la molécula del ethrel se hidroliza espontáneamente liberando etileno, por ello, es recomendable la adición de urea con el fin de controlar el pH de la solución, aumentar la eficiencia y obtener un sinergismo en los resultados (Sánchez, 1982, citados por Sandoval, 1990).

MATERIALES Y METODOS

Localización del estudio

El estudio se realizó en una huerta de nogal en producción de 20 años, con una densidad de 100 árboles/ha, plantada en marco real, en un suelo de aluvión con pH de 7.4, establecida dentro del municipio de Lerdo, Dgo., México, al noroeste del estado de Durango, en las coordenadas, $25^{\circ}46'$ de latitud Norte y $103^{\circ}31'$ de longitud Oeste. Colinda al Norte con los municipios de Mapimí y Gómez Palacio; al Sur con el municipio de Cuencamé; al Oriente con el municipio de Gómez Palacio y el estado de Coahuila y al Poniente con los municipios de Mapimí y Nazas, Dgo. (INEGI, 2004).

Diseño y tratamiento

Se seleccionaron árboles homogéneos por diámetro de tronco y volumen de copa, previamente identificados, en los cuales se efectuó posteriormente la aleatorización de los tratamientos. Se aplicaron tres tratamientos de Ethrel en concentraciones de 0, 1000 y 2000 partes por millón.

Una aspersora mecánica con capacidad de 1500 L de agua fue utilizada para efectuar las aplicaciones. Los árboles fueron asperjados hasta punto de goteo. Los tratamientos fueron efectuados 10 días previos a la etapa de madurez fisiológica que ocurre la última semana de septiembre del 2007.

Cien brotes fructíferos y vegetativos de la periferia de la copa fueron seleccionados y etiquetados en cada árbol. Los datos se empezaron a tomar a partir del inicio de apertura del ruezno.

Variables evaluadas

Fueron evaluadas las variables: inicio de maduración, dinámica de maduración, porcentaje de maduración, rendimiento de la primera cosecha, rendimiento total, porcentaje de almendra, porcentaje de nueces verdes, porcentaje de nueces germinadas, porcentaje de nueces con ruezno pegado, porcentaje de nueces manchadas.

El inicio de maduración se determinó cuando la sutura o “costilla” del fruto se despegó al presionar el ruezno, en las 100 nueces por árbol previamente etiquetados.

Las variables fueron analizadas usando el programa SAS, para Windows V9 usando un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y 5 repeticiones, considerando un árbol como unidad experimental. La comparación de medias entre tratamientos se estableció usando la prueba de tukey con un nivel de significancia de $p < 0.5$. Se graficaron los datos de dinámicas de maduración de nuez, para lo cual se usó el programa Excel y se ajustaron con líneas de tendencia para conocer la naturaleza de su comportamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Maduración fisiológica

Las aplicaciones de ethrel en concentraciones de 1000 y 2000 ppm incrementaron la maduración de nuez en forma considerable (Figura 1). La aplicación del producto se efectuó 10 días previos al inicio de maduración fisiológica, la cual ocurre en la última semana de septiembre. El inicio de maduración se presentó la primera semana de octubre. El período entre los inicios de maduración y cosecha fue de 16 días en ambos tratamientos. Mientras que en el testigo fue de 40 días aproximadamente.

El porcentaje de maduración para las aplicaciones de ethrel en el primer muestreo fue de 20 % y en el segundo muestreo fue de 55%, y en el tercer muestreo fue del 95%. Mientras que en el testigo ésta dinámica de maduración fue mucho menor; observándose tan solo el 60% de nuez madura al cuarto muestreo, es decir, a los 17 días transcurridos desde el inicio de maduración para este tratamiento (sin aplicación de ethrel). Esta respuesta manifiesta el impacto del producto sobre la aceleración de la maduración.

Los resultados encontrados coinciden con los reportados por Martínez y Duarte (1990), quienes indujeron dehiscencia del 100% de frutos y defoliación del 10% con las aplicaciones de ethrel y NAA en nogal de 17 años. Word (1989), encontró resultados similares al aplicar durante tres años ethephon, 9 mM y NAA, 1.5 y 3.0 en nogales adultos. Acelerando la maduración por una semana y media.

Para disminuir la defoliación se ha usado tanto a nivel experimental como comercial el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) (Martínez y Duarte, 1990). La aplicación del ethrel sin el uso de este compuesto causa una defoliación completa, debido a que genera abscisión prematura del pedúnculo foliar (Martínez, *et al.*, 1995). El uso del hidróxido de calcio en las aspersiones presenta problemas de insolubilidad y precipitación en el tanque de la aspersora. Como resultado los aplicadores, deben con frecuencia agitar el líquido para evitar que las boquillas se tapen lo cual ocurre con frecuencia, restando la eficiencia en las aplicaciones. Con el uso del hidróxido de amonio (NH_4OH) en este estudio, se evitó confrontar estos problemas durante la aplicación, dada su excelente solubilidad.

Los árboles tratados no manifestaron defoliación mayor al 10 por ciento lo que indica el efecto del compuesto para neutralizar el pH de la solución en la aspersora.

Compactación de cosecha

De acuerdo con los resultados encontrados en la primera y segunda vibración (Cuadro 2), se aprecia que el testigo presenta diferencia en comparación con los otros 2 tratamientos de ethrel (1000 ppm y 2000 ppm). Esto indica que en los árboles tratados con ethrel se cosechó

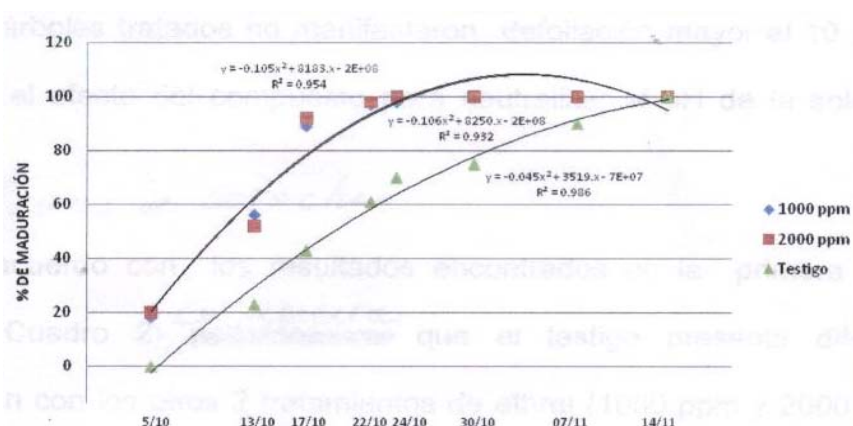


Figura 1. Dinámica de maduración de nuez en árboles de nogal tratados con ethrel en diferentes concentraciones.

mayor cantidad de nuez ya en la primera vibración se cosechó 40.34 kg de nuez para el tratamiento de 1000 ppm y 47.07 kg de nuez para el tratamiento de 2000 ppm, no así en el testigo ya que solo se cosechó en la primera vibración 10.8 kg. Este comportamiento es de gran importancia para el productor ya que al obtener mayor cosecha en la primera vibración la mayoría de su nuez pudo lograr mejor precio en el mercado, ya que la cosecha se adelantó dos semanas en comparación con los demás productores de nuez en la región. Considerando lo anterior, Stevenson (1994) señala que la primera de las dos razones de cosecha temprana es la toma de ventaja en cuanto a los precios más altos en el mercado debido a que se cosecha a principio de temporada, y la segunda razón es que se reduce el daño por exposición de la nuez a las inclemencias climáticas y a los robos de ésta.

Por lo tanto los beneficios que proporciona a los productores la utilización del ethrel, se ven reflejados en la disminución de gastos en la cosecha, ya que la mayor cantidad de la nuez cosechada aproximadamente en 90% se obtiene durante la primera vibración de los árboles.

Con la compactación de la maduración de la nuez, el productor se ahorrará una vibración. Este efecto también tiene repercusión en asegurar la calidad de su nuez, ya que en otras áreas nogaleras el período de cosecha coincide con condiciones de lluvias o incluso de heladas tempranas severas, que ocasionan elevada humedad,

seguidas de radiación elevada que causan en ocasiones que la nuez se abra. Además en un período largo de cosecha, se tiene el riesgo de mayor pérdida de nuez, debido al robo en la huerta (Stevenson, 1994) situación que es muy frecuente en regiones de México.

Los tratamientos de ethrel no tuvieron efectos adversos sobre los principales parámetros de calidad de nuez evaluados en este trabajo (Cuadro 3). La tendencia hacia la obtención de mayor nuez verde en los tratamientos, en términos económicos, no representa efectos adversos de consideración. Se esperaba que la cosecha prematura tuviera efectos negativos en el porcentaje de almendra, la cual disminuye en nueces verdes con ruezno pegado, situación que no sucedió. Estos resultados coinciden con los encontrados por Word (1989), quien no observó efectos negativos en el porcentaje de almendra, en nogales adultos tratados con ethephon en diferentes concentraciones y fechas de aplicación, durante el estudio llevado a cabo durante un período de tres años.

CONCLUSIONES

La aplicación de ethrel 10 días previos a la madurez fisiológica, adelanto la maduración del fruto de nogal aproximadamente por dos semanas cuando se efectuaron los tratamientos de 1000 y 2000 ppm de ethrel. Esto puede representar un beneficio económico para el productor por el mejor precio que alcanza la cosecha temprana.

Cuadro 2. Nuez cosechada en la primera y segunda vibración de árboles tratados con Ethel en diferentes concentraciones.

Tratamiento	Nuez cosechada (Kg)	
	1ª. vibración	2ª. Vibración
Ethrel 1000 ppm	40.34 a	5.5 b
Ethrel 2000 ppm	47.07 a	4.6 b
Testigo	10.8 b	29.8 a

Cuadro 3. Parámetros de calidad (% de almendra, % de nuez verde, % nuez germinada) en árboles de nogal tratados con ethrel en diferentes concentraciones.

Tratamiento	% de almendra	% Nuez verde	% Nuez germinada	% Nuez con ruezno pegado
Ethrel 1000 ppm	56.03 a	0.57 a	2.20 a	0.03 a
Ethrel 2000 ppm	54.42 a	0.38 a	3.82 a	0.15 a
Testigo	54.21 a	0.13 a	2.17 a	0.04 a

La aplicación del producto no afectó los porcentajes de almendra, de nuez verde, de nuez germinada y de nuez con ruzno pegado y sólo causó defoliación menor al 10%.

Al compactar el período de maduración, casi el total de la producción se cosecha con una vibración de los árboles. Esto representa un ahorro considerable al evitar una segunda vibrada.

LITERATURACITADA

- Arreola A., J.G.; Lagarda M., A. y Medina M., M del C. 2002. Tecnología de producción en nogal pecadero. CELALA-INIFAP. Matamoros, Coah. Libro Técnico No. 1:55-72.
- Herrera A., E. 2004. Manejo de huertas de nogal. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
- INEGI. 2004. Anuario estadístico. Durango. México.
- Kays, S. J. 1979. Pecan Kernel Color Changer During. The Pecan Quart. 13(3):4-12.
- Martínez, M. y Duarte, M. 1990. The Use of Ethephon and NAA as a Harvest Aid on Pecan (*Carya illinoensis* Koch) in México. HortScienci. 25(9):1121. (Resumen).
- Medina M., M. C. y Cano R., P. 2002. Tecnología de producción en nogal pecadero. CELALA-INIFAP. Matamoros, Coah. México. Libro técnico No. 1:01-12.
- Núñez M., J.H. 2002. La fertilización en nogal. Simposio Internacional de Nogal Pecadero. Memoria. Hermosillo, Sonora, México. Pp 99-116.
- Sandoval R., F. R. 1990 Evaluación de aplicaciones precosecha de ethrel y ANA en la coloración de frutos de manzana (*Malus pumilla* Mill) variedad "Tropical Beauty". Industrias agrícolas-UACH. Chapingo, Edo. De México. México.
- Stevenson, T. 1994. Early Pecan Harvest. Sustaining Pecan Productivity into the 21 st Century. Second National Pecan Workshop Proceedings. Wagoner, Oklahoma. Pp. 117-118.
- Wood, B. 1989. Ethephon adn NAA Facilitate Early Harvesting of Pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(2):279-282.