

CONDICIONES DE LUZ Y ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA EN ARBOLES EN PRODUCCION DE NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch)

SUNLIGHT CONDITIONS AND PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY IN PRODUCTION PECAN TREES [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]

J. G. Arreola Avila; M. A. Hernández Martínez;
R. Trejo Calzada; A. Flores Hernández

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

RESUMEN. El presente trabajo fue realizado con el objetivo de medir la radiación fotosintéticamente activa, (RFA) la actividad fotosintética y la densidad foliar en árboles en producción de nogal pecanero en el año 2007. La RFA incrementó del tronco hacia la periferia de la copa, aunque disminuyó en la sección próxima al área de goteo debido al entrecruzamiento de ramas entre árboles vecinos. La RFA también incrementó del tercio inferior al tercio superior de la copa. La tasa fotosintética incrementó con el aumento de la altura dentro de la copa. La RFA y la fotosíntesis presentaron correlación lineal. La densidad foliar acumulada fue mayor en la sección basal de la copa. Los resultados obtenidos en este estudio indican que en huertas nogaleras adultas, la actividad fotosintética en el interior de la copa es precaria debido a la poca penetración de luz.

Palabras Clave: Luz, follaje, fotosíntesis, nogal pecanero.

SUMMARY. This study was carried out with the objective of determine the photosynthetically active radiation (PAR), photosynthesis and foliage density in production pecan trees. PAR increased from the tree trunk toward the periphery but decreased in the section close to drip area, due to tree overcrowding. Also PAR increased from the lower toward the upper third of the tree canopy. Photosynthetic rate increased as the canopy heigh. Linear correlation was found among PAR and photosynthesis. Foliage density was greter in the lower seccion of the treew canopy. The results obtained in this study, indicate that photosynthetic activity within the tree canopy is low due to reduced sunlight penetration.

Key Words: Light, foliage, photosynthesis, pecan trees.

INTRODUCCION

En el norte de México la superficie ocupada con nogal pecanero es de 80, 000 has. plantadas en su mayoría a una densidad de 100 árboles por ha. El follaje de la copa en estos árboles desarrollados en su mayoría a libre crecimiento, cubren totalmente el piso de la huerta a partir de los 12 años dependiendo del manejo. Los árboles que se encuentran en producción y su follaje cubre parcialmente el piso de las huertas, interceptan teóricamente del 75 al 80% de la radiación total (Jackson, 1981). En esta etapa, los nogales mantienen una relación equilibrada que se considera es de 8 hojas por fruto (Sparks, 1969). Sin embargo, conforme incrementa su edad, la formación de nuevo follaje y el crecimiento acumulado, reducen la penetración de luz en el interior de la copa (Arreola *et al.*, 1999); afectando notablemente

la actividad fotosintética de la misma (Malstrom *et al.*, 1982), ya que las hojas de nogal requieren altas intensidades de luz para operar a su máxima capacidad fisiológica (Wood, 1996). Las hojas de nogal localizadas en la periferia de la copa, alcanzan su máxima tasa fotosintética bajo una intensidad de radiación fotosintéticamente activa (RFA) de 1700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{seg}^{-1}$, que equivale al 75% aproximadamente de luz total. Sin embargo hojas expuestas a 10% de luz total, tienen valores de CO_2 cercanos a cero; resultando en bajas tasas fotosintéticas (Andersen, 1994). En huertas adultas con problemas de sombreado, la insuficiente penetración de luz, propicia que principalmente las hojas localizadas en la parte alta de las copas tengan la mayor actividad fotosintética. Por lo tanto, la fotosíntesis en el resto del árbol, donde la mayor porción de la superficie foliar está localizada es insuficiente (Wood, 1997). En

árboles de manzano se ha observado que la distribución de luz dentro de la copa no es uniforme, ésta depende de la forma y el volumen de la copa (Tutsin *et al.*, 1989), y de la densidad de plantación y orientación de las hileras (Jackson y Palmer, 1979). Existen porciones en el interior de la copa que pueden recibir altas intensidades de RFA en periodos determinados de tiempo, causados por destellos de luz que penetran la misma, o debido a cambios en la posición del sol durante el día (Lakso, 1975). Sin embargo, generalmente la penetración de luz en la copa disminuye con el incremento de la densidad foliar (Heinicke, 1963; Looney, 1968).

Los objetivos del presente estudio fueron determinar la penetración de luz dentro de la copa de árboles de nogal pecanero y establecer la relación entre la radiación solar interceptada por las hojas y la actividad fotosintética de las mismas.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio de estudio

El presente estudio fue llevado a cabo en el año del 2007 en una huerta en producción de 38 años de edad con problemas de sombreado en la pequeña propiedad Tierra Blanca, municipio de Viesca, Coah.

Los árboles fueron plantados bajo un sistema de marco real y espaciados a 12 m X 12 m. En este estudio doce puntos espaciados cada 0.5 m fueron marcados en el piso de la huerta, a partir de 0.5 m del tronco, hasta 6 m hacia la periferia de la copa en dirección sur. Esta cara de la copa fue dividida en 19 planos horizontales distanciados a 0.5 m a partir de 1 m del piso de la huerta hasta 10 m de altura y localizados perpendicularmente al tronco del árbol. Una cuerda para albañil con veinte segmentos marcados cada 0.5 m de longitud y con plomo en un extremo fue utilizada para localizar las diferentes alturas de medición. Tomando como referencia cada marca de la cuerda, se realizaron veinte medidas de RFA dentro de la copa del árbol, partiendo del piso de la huerta hacia arriba y situando el extremo de la cuerda a una distancia de 3 m del tronco. Las medidas de RFA hacia la periferia fueron realizadas a una altura de 5 m, desplazando el extremo de la cuerda en cada marca realizada en el piso de la huerta. Las medidas de fotosíntesis se realizaron a partir de las primeras hojas localizadas en la base de la copa a 0.5 m del tronco. Las medidas consecutivas de este parámetro hacia arriba y periferia se realizaron en el punto de intercepción entre las marcas de la cuerda y del piso de la huerta. Se determinaron dos lecturas a diferente altura (con 0.5 m de diferencia) por cada marca a partir del tronco. Una torre para podar acoplada a un

tractor fue utilizada para lograr los puntos de las mediciones. Cada lectura dentro de la copa representó un porcentaje relativo de la luz total tomada fuera de la misma. Un censor de luz LI-191 SB (LI-COR, Inc. Lincoln, NE) fue utilizado. La fotosíntesis fue medida en el foliolo de la parte media de la hoja, usando un sistema portátil para determinar fotosíntesis (LI-COR 6400).

Las medidas de estas variables fueron tomadas por única vez en el mes de julio del 2007.

RESULTADOS Y DISCUSION

La intensidad de luz dentro de la copa del árbol tuvo un incremento gradual a partir del piso de la huerta hasta 2/3 de altura del árbol (Figura 1); aunque no fue posible alcanzar mayor altura, un incremento mayor en la intercepción de luz pudo llevarse a cabo al aproximarse a la parte apical de la copa en la cual se puede interceptar el total de la radiación fotosintética.

Se determinó visualmente en el tercio basal de la copa, una distribución escasa de follaje en relación al follaje observado en el tercio superior. Sin embargo la densidad foliar acumulada en relación a la vertical, pudo incrementar a medida que aumentó la distancia a partir de la base del tronco a la zona apical de la copa. El incremento en la intensidad de RFA a partir del piso de la huerta hacia la parte apical de la copa de la misma (figura 1) o viceversa, se debe a la disminución del índice de área foliar, como ha sido encontrado en árboles de manzano 'Delicious' (Heinicke, 1963). Por otro lado la penetración de luz incrementó a partir del tronco del árbol hasta $\frac{3}{4}$ partes del exterior de la copa. A partir de esta distancia la cantidad de luz recibida se redujo a medida que el censor se desplazó hasta alcanzar la periferia de la copa (Figura 2). La tendencia hacia un incremento de la intensidad luminosa a una determinada distancia a partir del tronco y posterior decremento hacia el área de goteo, resultó posiblemente debido a una mayor densidad de follaje causada por el entrecruzamiento de ramas entre árboles vecinos.

El patrón de distribución de luz observado en estos árboles, fue diferente al encontrado por Malstrom *et al.*, (1982) en árboles de nogal después de ser podados, en los que la intensidad de la radiación fotosintética mostró una tendencia hacia el incremento a partir del tronco a la periferia de la copa al reducir el sombreado entre árboles con la poda lateral. El incremento de la intensidad luminosa del tronco hacia la periferia fue menor que el observado de la base hacia arriba de la copa. El máximo valor observado en la base de la copa, representó una tercera parte de la luz medida a 10 metros de altura. La intensidad luminosa en el tercio

basal de la copa fue menor del 30% de la radiación total. Esta condición de sombreo puede tener implicaciones relacionadas con la capacidad productiva del nogal pecanero, como lo señalan Mastrom *et al.*, (1982). La intensidad de radiación fotosintética dentro de la copa del árbol no fue uniforme debido a la distribución desigual de sus ramas y follaje. Característica que es común en huertas adultas de nogal pecanero, debido a los espacios causados por la eliminación de ramas durante la poda, o por la muerte de ramas sombreadas.

La actividad fotosintética de las hojas incrementó con el aumento de la intensidad de luz en el árbol (Figura 3). La mayor tasa fotosintética se observó al iniciar el tercio superior de la copa debido. A pesar de que no se evaluó, es de esperarse un incremento en la misma con la disminución de la densidad foliar al aproximarse a la parte apical de la copa en la que se incrementa la intensidad de la luz.. La actividad fotosintética (9 mg CO₂ m⁻² s⁻¹) en hojas ubicadas en el segundo tercio, sección de la copa en la cual se observó menos del 30% de la una intensidad luminosa de 60% de luz

total, evaluada a las 12 del día bajo las condiciones de la Región Lagunera, es muy inferior a la tasa fotosintética de (16 mg CO₂ m⁻² s⁻¹) encontrada por Andersen (1994) en hojas apicales de la copa, expuestas a condiciones de luz de 1700 μmol m⁻² s⁻¹ que son las apropiadas para que las hojas de nogal presenten su máxima actividad fisiológica como lo menciona Wood (1996). Sin embargo hojas expuestas a 10% de luz total, tienen valores de CO₂ cercanos a cero; resultando en bajas tasas fotosintéticas (Andersen, 1994).

La condición de luz menor del 30% en el follaje localizado en las dos terceras partes inferiores de la copa (Figura 1), indica la considerable área foliar con baja tasa fotosintética. La cual incluso, podría aproximarse a cero de los 4 metros hacia abajo, que corresponde a la sección de la copa que recibió menos del 10% de RFA, condición de luz bajo la cual Andersen (1994) observó nula actividad fotosintética en el follaje. El significativo sombreo en esta sección de la copa, el cual es inducido por el follaje localizado en el tercio superior y periferia de la copa, indica la importancia que podrían tener los árboles compactos, en el incre-

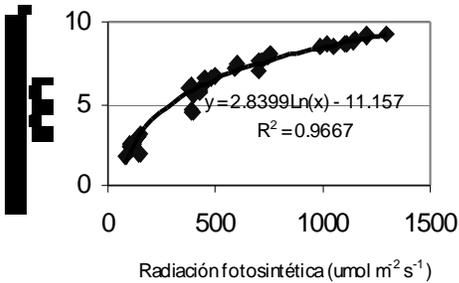


Figura 1. Disponibilidad de luz a diferente altura de la copa de nogal.

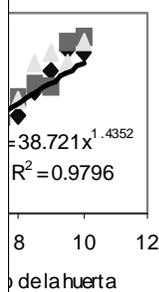


Figura 2. Radiación fotosintética a partir del tronco del árbol de nogal pecanero.

Figura 3. Relación entre luz y fotosíntesis dentro de la copa de nogal.

mento de la eficiencia en la utilización de la luz, ya que en una copa de menor volumen se podría tener mayor superficie de área foliar en una posición en la cual podría recibir la máxima cantidad de luz, como lo sugiere Heinicke (1963) para árboles de manzano. Mediante esta estrategia, se aumentaría la eficiencia fotosintética de la copa y por consiguiente, la eficiencia de los insumos utilizados en el sistema productivo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican que en nogaleras adultas, existe una considerable proporción de la copa poco eficiente, debido a la baja tasa fotosintética del follaje sombreado. Por lo tanto, el incremento en la eficiencia en la utilización de la luz, se podría lograr manteniendo una copa de menor volumen con lo cual se lograría un aumento de la superficie foliar con óptima iluminación.

LITERATURACITADA

- Andersen, P. C. 1994.** Lack of sunlight can limit pecan production in the Southeastern. U. S. the Pecan Grower. Georgia Pecan Gro. Assoc. 6(2):20-21.
- Arreola A. J.; Herrera, E. y Fowler, J. 1999.** Sunlight distribution before and after pecan orchard thinning: its influence on yield and shoot growth. p. 189-193. En McGraw, B., E. H. Dean y B. W. Wood. (Eds.) Pecan Industry: Current situation and Future Challenges. Proc. 3th National Pecan Workshop. USDA Agric. Res. Ruidoso. NM.
- Heinicke, D. R. 1963.** The micro-climate of fruit trees. II. Foliage and light distribution patterns in apple trees. Am. Soc. for Hort. Sci. 83:1-11.
- Jackson, J. E. 1981.** Theory of light interception by orchards and modeling approach to optimizing orchard design. Acta Hort. 114: 69-79.
- Jackson, J. E. y Palmer. J. W. 1979.** A simple model of light transmission and interception by discontinuous canopies. Ann. Bot. 44: 381-383.
- Lakso, A. N. 1975.** Light studies in apple trees. New York Food and Life Sci. Quart. 8(4) : 6-8.
- Looney, L. E. 1968.** Light regimes within standard size apple trees as determined spectrophotometrically. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93:1-7.
- Malstrom, H. L.; Riley, D. y Jones, J.R. 1982.** continuous hedge pruning affects light penetration and nut production of Western pecan trees. The Pecan Quarterly 16(3):4-15.
- Sparks, D. 1969.** Some characteristics of shoot growth of pecan trees and their implications to yield. P. 69 en Brison, F. R. y B. Storey. (eds). 45^o Annual Convention. Proc. The Southeastern Pecan Grow. Assoc. Alabama.
- Tutsin, S., Hurst, P., Warrington, I y Standley, J.. 1989.** Light distribution and fruit quality through multi-layered trellis apple canopies. Acta Hort. 243:209-212.
- Wood, B. 1996.** Sunlight management. Proc. 38th Western Pecan Conference. Proc. Western Pecan Grow. Assoc. Las Cruces, NM. p. 98-107.
- Wood, B. 1997.** Big trees: dealing with the southeast's dilemma. The Pecan Grow. Georgia Pecan Grow Assoc. 28(4):28-31.