

ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA EN DIFERENTE POSICIÓN DE LA COPA Y PERIODOS DEL DÍA EN NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis* K.Koch)

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY IN DIFFERENT CANOPY POSITION AND DAY PERIODS IN PECAN TREES (*Carya illinoensis* K.Koch)

A. Corral Lara¹, J.G. Arreola Avila¹, M.A. Hernández Martínez², R. Trejo Calzada¹, G. García Herrera¹, J. A. Chávez Rivero¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. A.P. 8, C.P. 35230. Bermejillo, Dgo.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CEBAJ.

RESUMEN. La superficie cultivada con nogal pecanero en México es de 75 mil ha aproximadamente que arrojan una producción de 68 mil toneladas, resultante de un sistema de producción tradicional, en el cual las distancias de plantación de 10 m X 10m, 12m X 12m y 15m X 15m con superficies extensivas, son típicas. Lo anterior tiene implicación en la ineficiencia de los recursos del suelo y el agua e insumos utilizados. Las altas densidades de plantación en esta especie, es una alternativa para incrementar la eficiencia de dichos recursos. Por consiguiente, es importante conocer el comportamiento fisiológico como la fotosíntesis de los árboles, en estos sistemas de producción. En este estudio se evaluaron árboles de nogal de 10 años de edad, establecidos en alta densidad (6m x 6m). Las evaluaciones de fotosíntesis se realizaron en cuatro periodos del día (P1= (9:15 – 9:55) P2= (11:58 – 12:53) P3= (13:36 – 14:31) P4= (15:56 – 16:40)), utilizando un medidor de fotosíntesis. Los periodos de mayor actividad fotosintética ocurrieron entre de las 9:00 a las 12:00 horas en toda la periferia de la copa, excepto en el cuadrante oeste. La mayor radiación también se manifestó en estas posiciones. Una correlación positiva (>90%) se encontró entre estas dos variables.

Palabras clave: Fotosíntesis, Radiación, Nogal, altas densidades.

SUMMARY. The surface cultivated with pecans in México is 75 thousand has approximately, that manifest in a production of 68 thousand tons., which are the result of a system of traditional production mainly, in which the plantation densities is 10 m x10 m, 12 m x 12 m and 15 m x 15 m with extensive surfaces are typical. This has implications on the inefficiency of the soil and water resources. High densities in the species are an alternative to increase the efficiency of such resources. Therefore, it is important to know physiological aspects of the tree, such as photosynthesis in this production system to adequate the management with the objective to increase the productivity of this species.

In this study pecan trees of 10 years established at high density (6 m x 6 m) were evaluated. Photosynthesis evaluation was done in four periods during the day utilizing a photosynthesis instrument. The highest photosynthetic activities occurred from 9:00 to 12:00 hrs in total canopy quadrants except in the west.

The highest radiation also was manifested in these positions. A positive correlation (>90%) was found among this two variables.

Keywords: Photosynthesis, radiation, Walnut, high densities.

INTRODUCCION

El nogal pecanero es uno de los árboles productores de nuez más rentables en México. Siendo originario del norte de México se desarrolla con éxito en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora, principalmente.

Bajo estas condiciones semiáridas, la radiación alcanza valores elevados de intensidad y duración. Como

resultado de esta situación la actividad fotosintética del árbol es notablemente favorecida. En plantaciones tradicionales de nogal pecanero la información disponible sobre fotosíntesis es escasa. Para incrementar la eficiencia en el uso de la radiación; entre otros insumos, se han establecido plantaciones de frutales en altas densidades, el nogal pecanero no es la excepción. Por lo tanto, el conocimiento de la actividad fotosintética en el dosel de la copa es importante para adecuar las

prácticas de manejo e incrementar la productividad de este cultivo frutícola (Arreola y Lagarda, 2002).

El objetivo de la investigación fue evaluar la actividad fotosintética de árboles jóvenes de nogal pecanero establecidos en un sistema de alta densidad. Así como determinar la fotosíntesis en diferente posición de la copa y en diferentes periodos de evaluación y de esta forma conocer el potencial fotosintético de nogal establecido en altas densidades, para adecuar las prácticas enfocadas a incrementar la eficiencia en el uso de luz y actividad fotosintética del árbol.

MATERIALES Y METODOS

Localización

La presente investigación se realizó en 2007, en una huerta de nogal pecanero variedad Western de 10 años de edad, establecida en un sistema de plantación marco real de 6m x 6m, considerada como de alta densidad. La huerta se localiza en el la pequeña propiedad Tierra blanca, municipio de Biseca, Coahuila. En las coordenadas 102°48'16" de longitud oeste y 25°20'28" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

Unidades de muestreo

Se seleccionaron cinco árboles con características similares de altura, diámetro del tronco y espesor de copa, en la parte media de la huerta, con la finalidad de tener una muestra representativa y determinar los gradientes de variación. Los árboles seleccionados fueron de tres metros de altura y 15 cm. de diámetro, en el tronco principal, medido a 30 cm del suelo (Arreola y Herrera, 1999).

En la parte media de la copa de cada árbol, fue seleccionado un brote en los cuadrantes norte, sur, este y oeste respectivamente.

En la parte media de cada brote fue seleccionada una hoja completa en donde, a la vez, se seleccionó un par de folíolos de la parte media de la misma en donde se efectuaron las mediciones y lecturas de fotosíntesis.

Las mediciones fueron efectuadas en cuatro intervalos de tiempo durante el día, representados como periodos.

El periodo I, II, III y IV fueron representadas por las evaluaciones entre las 9:00-10:00, 12:00-13:00, 13:30-14:30 y 16:00-16:40 horas, respectivamente.

El tamaño de muestra fue de 80 observaciones resultantes de 5 unidades experimentales, 4 cuadrantes y 4 periodos de evaluación.

Variables evaluadas

- Fotosíntesis
- Radiación
- Conductancia estomática
- Temperatura de la hoja
- Humedad Relativa.

Estas variables se determinaron utilizando un analizador de gases en el infrarrojo (IRGA) o medidor portátil de Fotosíntesis LICOR-6400, Lincoln, Ne.

Fotosíntesis y radiación en el follaje

Durante el periodo 01, comprendido de las 9:15 a las 9:55 a.m., la mayor actividad fotosintética se presentó en los cuadrantes Este, Norte y Sur con valores de 12.98 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, 9.40 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ y 13.48 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, respectivamente, observándose que en el cuadrante sur se presentó la mayor tasa de fotosíntesis. Mientras que el cuadrante Oeste presentó la menor actividad de fotosíntesis, probablemente debido a que durante este periodo del día permanece sombreada esta parte de la copa. Evidentemente hay una alta correlación entre la fotosíntesis y la radiación, como se ve en la Figura 1.

Durante el segundo periodo de evaluación (11:58 a.m. – 12:53 p.m.) se observó un comportamiento similar de la actividad fotosintética y la radiación incidente en el follaje, destacando los cuadrantes Este, Norte y Sur con valores en la actividad fotosintética de 10.92 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, 9.91 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ y 9.52 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, respectivamente (figura 2).

Los valores de radiación en el follaje estuvieron estrechamente relacionados con la actividad fotosintética (Cuadro 1), ya que la mayor cantidad de radiación captada fue en los cuadrantes Este, Norte y Sur con valores de 1484.40 $\mu\text{ mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, 1091.20 $\mu\text{ mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ y 1505 $\mu\text{ mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, mientras que el cuadrante Oeste se mantiene con baja actividad en fotosíntesis y poca incidencia de radiación sobre el follaje.

En el tercer periodo de evaluación comprendido de las 13:36 p.m. a las 14:31 p.m., el comportamiento observado fue diferente a los dos primeros periodos. Se observó que en el cuadrante Oeste la actividad fotosintética se elevó a 5.70 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ mientras que en el cuadrante Norte disminuyó considerablemente a 3.90 $\mu\text{ mol de CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$.

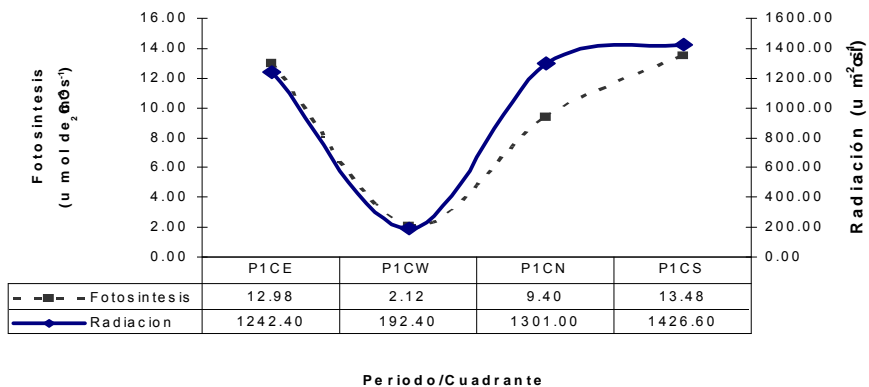


Figura 1. Fotosíntesis y Radiación durante el primer periodo de evaluación en los cuatro cuadrantes de la copa.

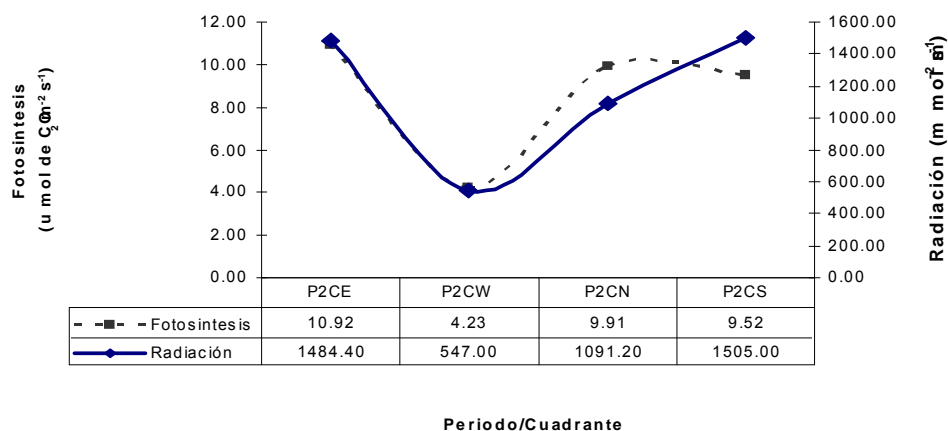


Figura 2. Fotosíntesis y Radiación durante el segundo periodo de evaluación en los cuatro cuadrantes de la copa.

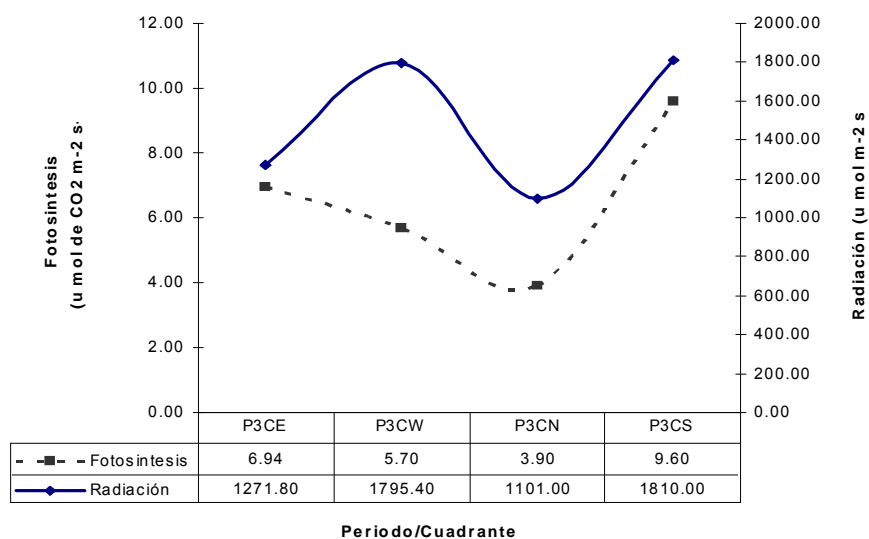


Figura 3. Fotosíntesis y Radiación durante el Tercer periodo de evaluación en los cuatro cuadrantes de la copa.

La radiación y fotosíntesis en los cuadrantes este y sur en este periodo, fue similar a la registrada en los periodos anteriores con $6.94 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y $9.60 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente.

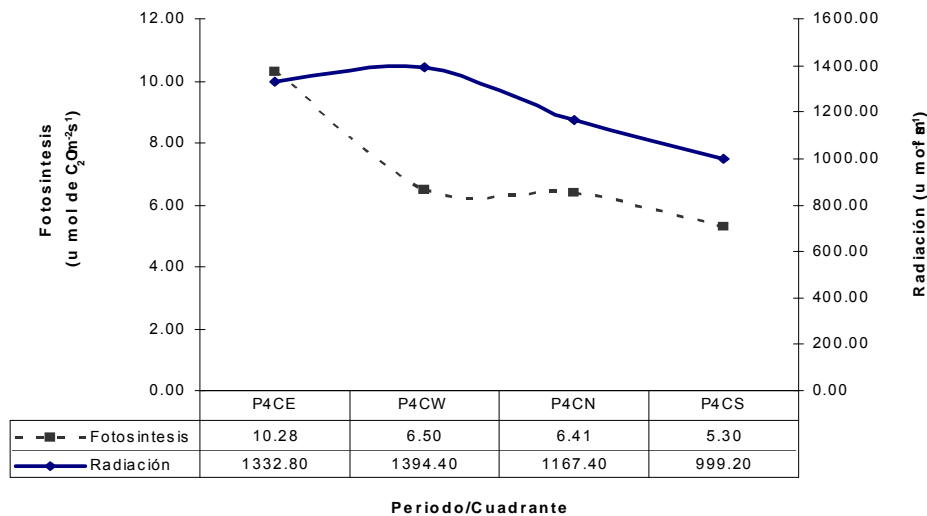
La radiación interceptada por el follaje de la copa presenta un comportamiento polinomial (Medina, 1998), presentando los valores más altos en los cuadrantes Sur y Oeste con $1810.00 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y $1795.40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, mientras que en los cuadrantes Este y Norte se registraron valores de $1271.80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y $1101.00 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. La relación entre estas dos variables no fue muy estrecha, lo cual se podrá observar en el análisis de correlación para estas variables (Cuadro 1).

En el cuarto periodo de evaluación comprendido de las 15:56 p.m.–16:40 p.m., el cuadrante Este aumenta ligeramente su actividad fotosintética registrando $10.28 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ con una radiación de $1332.80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, lo mismo sucedió con el cuadrante Oeste en donde la actividad fotosintética fue de $6.50 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. También el cuadrante Norte incremento su

actividad fotosintética a $6.41 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y el Sur presentó $5.30 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Se observa en la Figura 4, que durante este periodo la eficiencia en el aprovechamiento de la radiación por parte del follaje es muy baja, que se alcanzan valores superiores a $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y los valores de fotosíntesis son relativamente bajos, excepto en el cuadrante Este que presenta fotosíntesis de $10.28 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

En el Cuadro 1 se muestran los coeficientes de correlación entre Fotosíntesis y Radiación durante los cuatro periodos de evaluación. Se observa la mayor correlación positiva para el primer periodo (9:15 a.m. - 9:55 a.m.) y el segundo (11:58 a.m. – 12:53 p.m.) con un 94% y 91% de correlación, respectivamente. Lo que muestra que en estos periodos se presentan otras condiciones externas que contribuyen posiblemente hacia el incremento de la asociación entre estas variables, como puede ser la concentración de CO_2 en



P4= (15:56 – 16:40hrs.).

Figura 4. Fotosíntesis y Radiación durante el cuarto periodo de evaluación en los cuatro cuadrantes de la copa.

Cuadro 1. Correlación entre las variables fotosíntesis y radiación, $p < 0.05$.

| | Coeficiente de Correlación |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Fotosíntesis/ Radiación, periodo 01 | 0.94 |
| Fotosíntesis/ Radiación, periodo 02 | 0.91 |
| Fotosíntesis/ Radiación, periodo 03 | 0.64 |
| Fotosíntesis/ Radiación, periodo 04 | 0.59 |

Datos obtenidos con datos residuales de los datos de campo ($y=a+bx$). STATISTICA.

el ambiente, la cantidad de agua de riego, la nutrición, entre otras.

Mientras que en los periodos 3 (13:36 p.m. a las 14:31 p.m.) y 4 (15:56 p.m. – 16:40 p.m.) la correlación, aunque es positiva, es baja teniendo que en el tercer periodo estas dos variables se correlacionan en un 64%, mientras que en el cuarto la correlación entre estas dos variables fue de 59%.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio conducen a las conclusiones siguientes:

La actividad fotosintética no fue homogénea en la copa del árbol.

La mayor actividad fotosintética se presentó en el periodo 1, es decir de las 9:15 a las 10:00 hrs.

Para la etapa de desarrollo del árbol y bajo el sistema de plantación en altas densidades, los valores fotosintéticos fueron elevados.

Se encontró una baja correlación entre las variables debido a la condición dinámica e inestables del microclima de la copa.

LITERATURA CITADA

- Arreola A., J.G. y Lagarda M., A. 2007. Tecnología de producción de nogal pecanero en el estado de Hidalgo. INIFAP. Folleto para productores. 22 pag.
- Arreola A., J.G. y Herrera, E. 1999. Growth and yield of crowded pecan trees (*Carya illinoensis* K. Koch) as affected by orchard thinning. Doctor of Philosophy. Thesis. New Mexico State University. Las Cruces, N.M.
- Arreola A., J.G. y Lagarda, M., A. 2002. Tecnología de producción en nogal pecanero. INIFAP. Matamoros, Coah. Libro técnico No. 1. 277 pag.
- Medina M., M. del C. 1998. Producción de nuez y su alternancia en nogal pecanero. Sexto Simposium Internacional Nogalero. NOGATEC 98. Torreón, Coah. p. 63-69.