

## **Influencia de la estructura de la copa en el sombreado de la nogalera.**

**J. Antonio Orozco, Alejandro Romo y Alfonso A. Gardea**

**Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.  
Unidad Cuauhtémoc. Parque Industrial Cuauhtémoc, Cuauhtémoc, Chih.  
31,570. Tel. 581-2920, fax 581-2921. [avitia25@cascabel.ciad.mx](mailto:avitia25@cascabel.ciad.mx) ;  
[archacon13@cascabel.ciad.mx](mailto:archacon13@cascabel.ciad.mx)**

### **Introducción**

La estructura o el arreglo y forma que presenta la copa (dosel) define en gran medida el microclima dentro del árbol. Es decir, regula la interceptación de la radiación solar, temperatura, humedad y movimiento del aire dentro de la misma (Wells y Norman, 1991). Éstos a su vez tienen un efecto directo sobre uno de los procesos más importantes del árbol, llamado fotosíntesis. Por medio de éste, un nogal produce los carbohidratos –y por consecuencia– la energía necesaria para llenar las almendras, ya que éstas son un alimento altamente energético.

Al disminuir la penetración y distribución de la luz en la copa, la actividad fotosintética disminuye provocando una escasa acumulación de reservas (Wood, 2000) y por ende contribuye a una producción alternante. Dicha condición también ocasiona una deficiente diferenciación floral y amarre de frutos (Sparks, 1974). De igual manera, tanto el peso específico de la hoja, como el peso seco de la nuez se ven afectados (Medina y Fematt, 1991).

El desarrollo del sombreado es el resultado de la conjunción de una serie de factores, algunos de éstos pueden ser modificados directamente por medio de prácticas apropiadas, mientras que otros, como la edad del árbol, no pueden ser modificadas de manera directa, sino a través de estrategias alternativas.

El objetivo del presente trabajo es hacer una revisión de aquellas actividades llevadas a cabo en CIAD para contribuir a mejorar la penetración de la luz en las nogaleras y su efecto en la productividad del huerto.

### **Diagnóstico de penetración de luz.**

Primeramente se hizo un diagnóstico de la penetración de luz en el dosel por medio de un radiómetro Li189A, equipado con un sensor lineal de un metro de longitud. La actividad fotosintética del follaje en árboles con un diámetro de tronco de 90 a 100 cm. de circunferencia fue medida con un analizador de gases infrarrojo portátil Li-6250 equipado con una cámara de un litro de capacidad. El diagnóstico de luz y actividad fotosintética del follaje presentó los siguientes resultados, los cuales se resumen en la Tabla 1. El follaje que se encuentra completamente expuesto a la radiación recibe alrededor del 93% de la radiación solar total ( $2000 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) y presenta una actividad fotosintética de  $12.9 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , en tanto que el follaje que se encuentra en el interior de la copa del árbol recibe de 11 a 12 % de la radiación total y una actividad fotosintética de sólo  $2 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Estos últimos resultados indican que gran parte del follaje del árbol en lugar de trabajar produciendo carbohidratos, se encuentra como hojas parásitas, es decir consumiendo estos azúcares cuando respiran, en lugar de utilizarlos para el desarrollo y llenado de las nueces o como reserva para el próximo ciclo.

Un follaje con una eficiencia tan baja es un factor que afecta significativamente las condiciones para que se presente una fuerte alternancia, misma que puede variar de intensidad año con año. Andersen (1994) reporta que

las hojas de nogal alcanzan su máxima capacidad fotosintética a una intensidad luminosa del 75% y cuando ésta se reduce a un 50%, la fijación de CO<sub>2</sub> cae a un 34%. Por otro lado, Worley (1991) menciona que al disminuir la eficiencia fotosintética también se afecta la diferenciación de yemas florales y la acumulación de reservas, lo cual conduce a un pobre amarre de frutos en la primavera siguiente (Sparks, 1974).

### **Determinación de la arquitectura del dosel.**

Posteriormente, la arquitectura del dosel fue determinada dividiendo el árbol en cuatro cuadrantes (Norte, Sur, Este y Oeste). En cada uno de ellos se determinaron el índice de área foliar, la cantidad de penetración de luz y el número de capas de hojas. Estas mediciones se llevaron a cabo con un analizador de dosel Li-2000. En cuanto a los resultados de la estructura del dosel (ver Tabla 2), en el cuadrante Oeste, el árbol presenta un índice de área foliar -estadísticamente mayor- con un valor de 3.6 m<sup>2</sup>, en tanto que los cuadrantes Norte, Sur y Este presentaron valores de 2.3, 1.5 y 1.8 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Por otro lado, la penetración de luz -aún cuando no hubo diferencias significativas entre los cuadrantes- registró el valor más bajo, o bien el mayor sombreado, con un valor de 18 % en el cuadrante Oeste. Como podemos observar en realidad ninguno de los cuadrantes cumple con los requerimientos mínimos de luz para una mantener una máxima actividad fotosintética, la cual es de un 70 % de acuerdo a lo reportado por Andersen (1994).

En cuanto al número de capas de hojas, el cuadrante del lado Oeste registró un valor de 2.2, el cual fue estadísticamente más alto que los de los cuadrantes Norte, Sur y Este los cuales rindieron 1.4, 1.2 y 1.2 capas de hoja,

respectivamente. Mientras que al analizar el número de capas de hoja entre los diferentes ángulos con respecto a la vertical se encontró que la mayor concentración de hojas se encontró localizada a 7°, prácticamente sobre la vertical con un valor de 2.07. Los ángulos 23, 38, 53 y 68° presentaron valores de 1.87, 1.35, 1.26 y 0.92, respectivamente.

En función de esta información el criterio de poda fue buscar aquellas ramas que se sobreponían en el cuadrante Oeste tratando de entresacar aquella más pegada al eje vertical. Bajo esta condición las cuadrillas de poda aumentaron notoriamente la velocidad de trabajo, ya que se eliminaron tiempos muertos, a la vez que la eficiencia de la poda mejoró la penetración de luz, ya que se eliminaron aquellas ramas que –en general- causaban el problema.

### **Mejoramiento de los índices de brotación.**

Una observación cuidadosa de la mayoría de las nogaleras chihuahuenses denota una brotación escasa, la cual es el resultado de un requerimiento de dormancia insatisfecho, condición que se deriva de una evidente falta de adaptación de Western Schley, la cual fue seleccionada bajo condiciones de inviernos fríos. Como resultado de esto, hasta un 50% de las yemas no llegan a brotar. Si éstas son vegetativas reducen la cantidad de follaje con la cual el árbol empieza a fotosintetizar, aunque si se maneja mal, ciertamente tiene el potencial para convertirse en un factor de sombreado. Sin embargo, hay un efecto directo en cosecha cuando brotan sólo una parte de las yemas florales y esto representa una importante oportunidad para incrementar la cosecha.

En la literatura no existe al momento información seria y contundente acerca de los requerimientos de frío invernal para las variedades cultivadas

localmente, sin embargo es evidente que el frío al que están expuestas resulta insuficiente. El único reporte disponible, realizado por Mc Eachern (1978) muestra datos que no son concluyentes para Schley.

Experiencias previas nos han indicado que las aplicaciones de cianamida incrementan la brotación de un 99.2 y 90.8% en Western Schley y Wichita (Hernández, 1995). Es importante mencionar que en este mismo estudio se encontró que en cualquier fecha de aplicación (Febrero- Marzo) y dosis de CH (1, 2, 4 y 6%) existe cierto grado de fitotoxicidad. Siendo la dosis 1 % la mejor y más segura, ya que un 2% reporta fitotoxicidad en Wichita hasta de un 12 y 5% cuando se aplica en las fechas mencionadas anteriormente.

Con base a esta información se aplicó cianamida al 1% obteniendo un 64% de brotación y sólo un 49% en los árboles sin aplicación, aún cuando se suponía que los requerimientos de frío habían sido satisfechos.

La aplicación de cianamida se realizó cuando se aseguró que existía la conexión vascular entre la yema y el tallo caracterizada por el rompimiento de las primeras yemas, adicionalmente la actividad metabólica de las yemas fue cuantificada por técnicas microcalorimétricas.

### **Fertilización nitrogenada alternativa.**

Claramente que la fertilización nitrogenada realizada a fines de invierno o inicios de primavera es ineficiente para cubrir las demandas tempranas del árbol, simplemente por el tiempo requerido para su disolución y transporte en el suelo, conversión a formas asimilables y absorción por la raíz transporte a los brotes en desarrollo. En suma, para cuando llega al sitio de utilización deja sin cubrir esas

demandas tempranas, las cuales tienen que ser cubiertas por las reservas del propio árbol.

La corriente actual seguida en EUA de aplicar nitrógeno al suelo en el otoño, resulta riesgosa en nuestras condiciones que un estío prolongado puede conducir a un estímulo para el crecimiento vegetativo, el cual puede interferir en el desarrollo de la resistencia al frío necesaria para que el árbol sobreviva en el invierno. En base a esta situación la estrategia propuesta por CIAD es adoptar la práctica de fertilización nitrogenada otoñal aplicada foliarmente con el fin de recargar las hojas con nitrógeno y aprovechar la retirada de la savia para que de esa manera, el nitrógeno aplicado se almacene en la madera de los brotes y se encuentre rápidamente disponible una vez que las reservas se movilizan en la brotación.

La aplicación foliar de urea se realizó inmediatamente después de la cosecha a una concentración del 30%. Los resultados preliminares muestran que por cada 30 brotes se tienen en promedio 19 nueces en los árboles tratados, en tanto que en los árboles sin aplicación fue de 10 nueces en la misma cantidad de brotes, prácticamente la mitad.

Tabla 1. Incidencia de luz y tasa fotosintética de follaje de nogal de acuerdo a su posición en el dosel del árbol.

Posición del follaje	Radiación solar recibida ( $\mu\text{Em}^{-2}\text{seg}^{-1}$ )	Tasa fotosintética ( $\mu\text{moles CO}_2\text{m}^{-2}\text{seg}^{-1}$ )
Expuesto	1,860	13
Sombreado	240	2

Tabla 2. Composición de la copa y utilización de luz en función de los cuadrantes cardinales que lo componen.

Orientación	Índice de área foliar ( $\text{m}^2$ )	Capas de hoja	Penetración de luz (%)
Norte	2.3 ab	1.4 b	23 ns
Sur	1.5 b	1.2 b	31
Este	1.8 ab	1.2 b	29
Oeste	3.6 a	2.2 a	18

Dentro de cada columna las medias señaladas con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p \leq 0.05$ ). n. s. = no significativo estadísticamente.

Tabla 3. Determinación del número de capas de hoja del dosel de acuerdo al ángulo de lectura con respecto a su vertical.

Angulo de lectura ( $^\circ$ )	Capas de hoja
7	2.1 a
23	1.9 ab
38	1.4 cb
53	1.3 c
68	0.9 c

Dentro de la columna las medias señaladas con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p \leq 0.05$ ).

### **Lecturas recomendadas**

- Andersen, P.C. 1994. Lack of sunlight can limit pecan productivity in Southeastern U.S. *The pecan Grower* 6(2):20-21.
- Medina M. y Fematt, G.F. 1991. *Información Técnica Agraria*, Vol. 88V N.º 3,167-181.
- Hernández, E. 1995. Tesis "Caracterización y manejo de dormancia en el nogal pecanero *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Facultad de Fruticultura. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Mc Eachern, G. R., B.N Wolstnholme, y J.B Storey. 1978. Chilling requirement of three pecan cultivars. *HortScience* 13 (6): 694.
- Sparks, D. 1974. The alternate fruit bearing problem in pecans. *Proc. Ann. Rep. North. Nut Grow. Assoc.* 65:145-157.
- Wells, J.M. y Norman, J.M. 1991. Instrument for indirect measurements of canopy architecture. *Agronomy Journal* 83(5):818-825.
- Wood, B.W. 2000. Management strategies for pecan orchards. *Thirty-Fourth Western Pecan Conference*.pp. 81-92.
- Worley, R.E. 1991. Selective limb pruning intensity influences mature pecan tree and nut characteristics. *HortSci.* 26:126-129.

### **Agradecimientos**

El financiamiento de este trabajo fue aportado por el Lic. Jorge L. Cuesta Manjarrez, la Asociación de Nogaleros de Aldama, Chih. y CONACyT/SIVILLA. Igualmente agradecemos el apoyo técnico del Sr. Francisco Aguirre G.