

# ESTIMACIÓN DEL ÁREA FOLIAR EN PLANTAS JÓVENES DE NÍSPERO (*Manilkara achras* [Miller] Fosberg) SOMETIDAS A DOS AMBIENTES DE LUZ<sup>1</sup>

Norkys Meza<sup>2</sup> y Dámaso Bautista<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se determinó el área foliar de plantas jóvenes de níspero, *Manilkara achras* [Miller] Fosberg, ubicando un lote de 15 plantas bajo una estructura de techo transparente (ETT) y otro lote de igual número, bajo un umbráculo (UMB). El largo, ancho y el área de cada hoja adulta fueron determinados hasta cuando las plantas alcanzaron 18 meses de edad. El tamaño de la hoja aumentó paulatina y consistentemente a medida que se formaron nuevas hojas; sin embargo, más hojas y de mayor tamaño se produjeron en las plantas ubicadas bajo la estructura de techo transparente, el cual estuvo siempre más iluminado que el del umbráculo. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de regresión para estimar las ecuaciones que más se ajustaban al modelo que permitía estimar el área foliar (AF) en función de sus parámetros lineales. La variación en los resultados mostraron que es posible usar de manera separada modelos que puedan captar diferencias entre los dos ambientes. Las ecuaciones obtenidas utilizando los parámetros largo (l) y ancho (a) fueron:

- Para la ETT:  $AF = 0,71(l) + 0,26(l)^2$  ( $R^2 = 0,95$ ) y  $AF = -7,64(a) + 4,27(a)^2$  ( $R^2 = 0,93$ )

- Para el UMB:  $AF = 2,48(l) - 0,01(l)^2$  ( $R^2 = 0,80$ ) y  $AF = 9,26(a) - 0,20(a)^2$  ( $R^2 = 0,85$ )

En general, las hojas formadas en la ETT fueron más largas y más grandes que sus similares bajo el UMB lo que pudo ser debido a un uso más eficiente de los recursos disponibles, especialmente el de la luz.

**Palabras clave adicionales:** Hojas, ecuación de regresión, cobertura, umbráculo

## ABSTRACT

### Leaf area determination on sapodilla (*Manilkara achras* [Miller] Fosberg) young seedlings at two light environments

Leaf area was determined for two groups of 15 young seedlings of sapodilla (*Manilkara achras* [Miller] Fosberg). The first group was located under a lath-house and the second one under a rain-shelter with transparent roof. The length width and leaf area were measured in each mature leaf until eighteen months of plant age. Leaf size increased slightly but consistently as new leaves were formed; and the leaf number and size were higher on seedlings located at the rain-shelter structure which consistently represented the more illuminated environment. The data were subjected to regression analysis in order to generate equations that fit a model that allowed to estimate the leaf area based on its linear parameters. Results showed that it was possible to generate appropriate equations for leaf area determinations and they might offer an understanding for differences in growth due to effects on leaf area (LA) of seedlings by any of the two light environments. The equations obtained for the parameters of length (l) and width (w) were:

- For rain-shelter:  $LA = 0.71(l) + 0.26(l)^2$  ( $R^2 = 0.95$ ) and  $LA = -7.64(w) + 4.27(w)^2$  ( $R^2 = 0.93$ )

- For lath-house :  $LA = 2.48(l) - 0.01(l)^2$  ( $R^2 = 0.80$ ) and  $LA = 9.26(w) - 0.20(w)^2$  ( $R^2 = 0.85$ )

In general, the leaves under rain-shelter conditions were longer and larger than those under lath-house, probably because under those conditions the seedlings could use more efficiently the inputs of the environment, especially the light.

**Additional key words:** Leaves, regression equation, rain-shelter, lath-house

## INTRODUCCIÓN

La determinación del área foliar de las plantas tiene gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo dado

que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos. La capacidad de fotosíntesis de las plantas está directamente relacionada con la superficie foliar expresada como índice de área foliar (Kozlowsky

---

Recibido: Marzo 31, 1999

<sup>1</sup> Trabajo parcialmente financiado por el CDCHT.

<sup>2</sup> Posgrado de Horticultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela

et al., 1991; Leopold y Kriedemann, 1975). Esta determinación se puede hacer mediante procedimientos destructivos o no.

El área de cada hoja guarda relación bastante estrecha con sus parámetros lineales, largo y el ancho, y dicha relación puede ser descrita mediante ecuaciones de regresión (Manivel y Weaver, 1974; Sepulveda y Kliever, 1983). En este sentido, Pire y Valenzuela (1995) encontraron correlaciones altamente significativas entre el largo, el ancho y el área foliar, mediante el cálculo de ecuaciones de regresión en diferentes fases de crecimiento de plantas de vid. Otros trabajos, utilizando parámetros lineales, han establecido ecuaciones de regresión para estimar el área foliar en plantas de melón (Chirinos et al., 1997) y de pimentón (Ray y Singh, 1989).

Por otra parte, se ha demostrado el efecto de la intensidad luminosa sobre el crecimiento vegetativo de árboles frutales tales como cítricas (Reuther, 1973), musáceas (Ganry, 1980), vid y manzano (Jackson, 1980).

El objetivo de este trabajo fue establecer modelos de regresión para estimar el área de las hojas de níspero basado en el largo y ancho de la lámina, en plantas sujetas a dos diferentes ambientes de luz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Posgrado de Horticultura de la Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado en Barquisimeto, estado Lara, con plantas jóvenes de níspero colocadas bajo dos ambientes diferentes de luz estructura de techo transparente (ETT) y umbráculo (UMB). Las intensidades de luz fueron determinadas en cada ambiente y a campo abierto (CA) a las 9:00, 12:00 y 15:00 horas, utilizando un luxímetro (Lutron mod. LX-101), durante 12 días continuos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Intensidad luminosa (lx) en diferentes horas del día, a campo abierto (CA), ETT y UMB. Promedio de 12 días de lecturas.

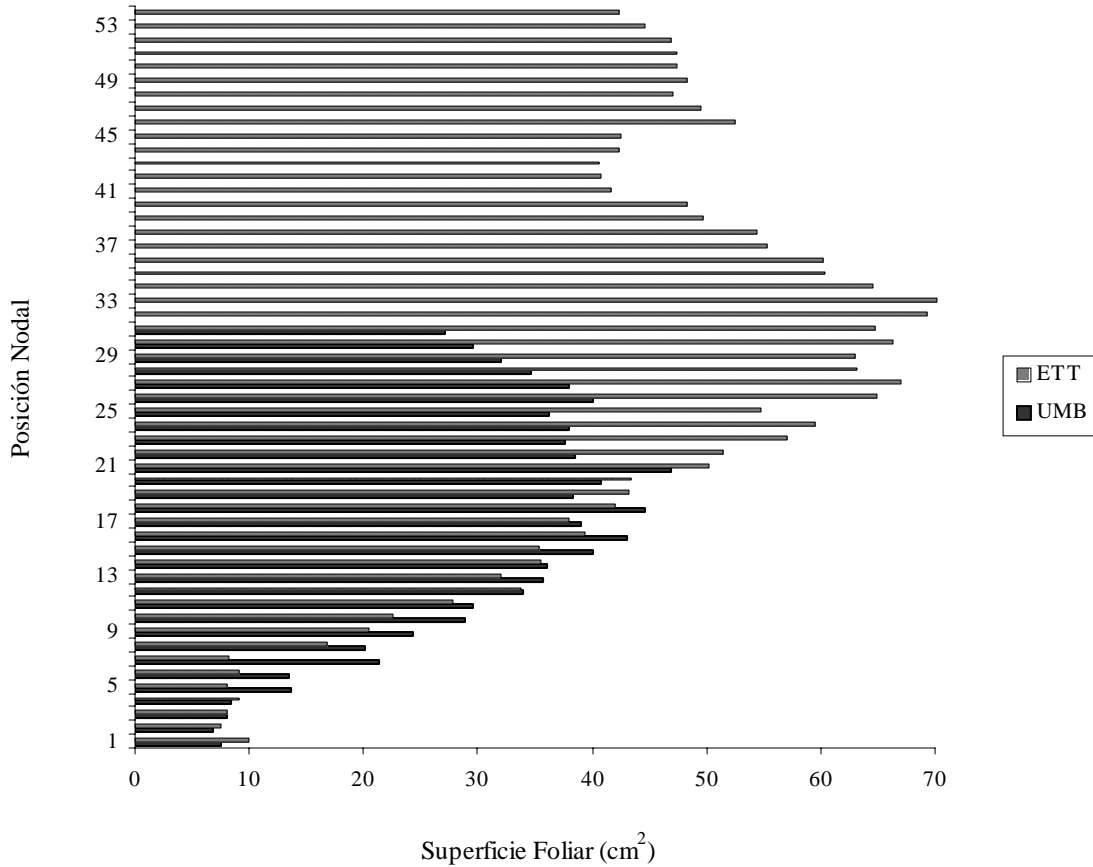
Ambiente	Hora		
	09:00	12:00	15:00
CA	41.470	69.120	72.360
ETT	4.430	14.580	18.900
UMB	3.780	8.960	9.180

Los modelos de mayor  $R^2$  se validaron utilizando los criterios de Pire y Valenzuela (1995) para seleccionar los de mejor ajuste.

El largo y el ancho fue medido en sentido acrópeto en todas las hojas que se formaron hasta cuando las plantas alcanzaron 18 meses de edad. Para las mediciones se utilizaron 15 plantas ubicadas en la ETT y otras 15 ubicadas en el UMB. Para la determinación del área, la silueta de cada hoja adulta fue calcada sobre papel, sin causar daños ni destrucción de tejido; luego se midió el área utilizando un planímetro óptico. Para la obtención del ancho y largo, las hojas adultas fueron medidas directamente en la planta. En total se utilizaron 597 hojas de las plantas de la ETT y 361 hojas ubicadas en el UMB. Una vez obtenidas estas medidas se realizaron análisis de regresión simples y múltiples para cada grupo de valores mediante el programa estadístico Cohort 2, utilizando el largo y/o ancho como variables independientes y el área foliar como la variable dependiente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamaño de las hojas adultas sobre el eje epicotilar fue cada vez mayor a partir de la aparición de la primera hoja verdadera hasta una posición nodal definida y luego tendieron a ser más pequeñas hasta donde el ápice de crecimiento se paralizó por primera vez, observación ya referida previamente por Meza y Bautista (1995). En el caso de la ETT, las hojas mostraron tamaño creciente hasta aproximadamente el nudo número 30 (Figura 1, barras claras), a partir del cual tendieron a disminuir, hasta formarse un total de 54 hojas sobre el eje, mientras que en el caso del UMB el tamaño creciente se extendió hasta la posición nodal 20 (Figura 1, barras oscuras) y en total se formaron 31 hojas. La aparición de hojas de tamaño decreciente coincidió con el inicio de la formación de ramas laterales lo que hizo suponer que el tamaño de la hoja tendió a ser menor a partir del momento en que aumentaron los puntos de crecimiento. Además de formarse un número mayor de hojas en la ETT, el área de cada una de ellas fue notoriamente mayor que en el UMB (Figura 1).



**Figura 1.** Desarrollo del área foliar de acuerdo a la posición nodal en plantas de níspero bajo dos ambientes de luz, ETT y UMB, durante los primeros 18 meses de edad

Los parámetros de largo y ancho de las hojas adultas fueron muy variables en los dos ambientes. En el caso de la ETT el largo varió entre 6,0 y 22,0 cm y el ancho entre 2,0 y 6,0 cm mientras que en

el UMB, el largo varió entre 2,5 y 5,0 cm y el ancho entre 1,5 y 3,0 cm. En el Cuadro 2 se presentan las ecuaciones de regresión y los coeficientes de determinación para cada uno de los dos ambientes de luz.

**Cuadro 2.** Análisis de regresión simple y múltiple para estimar el área de hojas de níspero basado en parámetros de largo y ancho de la hoja bajo ETT y UMB.

ETT			UMB		
Ecuación de regresión	R <sup>2</sup>	S <sub>x</sub>	Ecuación de regresión	R <sup>2</sup>	S <sub>x</sub>
Y= 3,56 (l)	0,90	4,30	Y= 0,042 (l)	0,27	21,02
Y= -0,71 (l)+0,2 6(l) <sup>2</sup>	0,95	3,96	Y= 2,40 (l)-0,01 (l) <sup>2</sup>	0,80	2,14
Y= 11,92 (a)	0,86	5,20	Y= 6,79 (a)	0,70	4,37
Y= -7,61 (a)+4,26 (a) <sup>2</sup>	0,93	4,21	Y= 9,26 (a)- 0,20 (a) <sup>2</sup>	0,85	2,06
Y = 0,78 (lxa)	0,95	3,90	Y = 0,62 (lxa)	0,92	1,37
Y= 0,45 (lxa)+0,03 (lxa) <sup>2</sup>	0,96	2,62	Y= 5,01 (lxa)-1,04 (lxa) <sup>2</sup>	0,92	1,20
Y= 5,01 (l)-5,02 (a)	0,90	4,22	Y= 5,01 (l)-5,023 (a)	0,90	2,23

Y= Area foliar (cm<sup>2</sup>)

l = Largo de la hoja (cm)

a = Ancho de la hoja (cm)

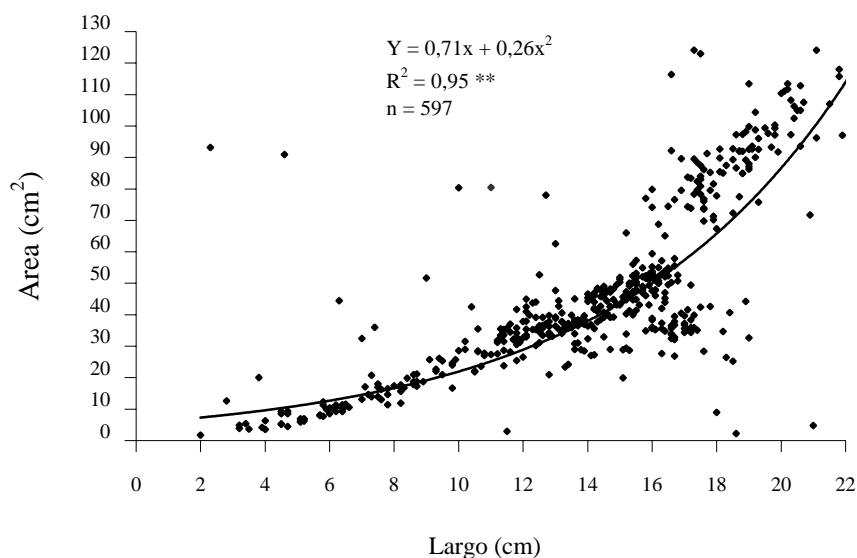
S<sub>x</sub> = Error estándar de la estimación (cm<sup>2</sup>)

En la ETT el uso del largo como variable independiente resultó mejor que el ancho, al inferir una mayor precisión en el ajuste de las ecuaciones tanto en su forma lineal como cuadrática, ya que presentó mayor  $R^2$  y menor error estándar en la estimación. En el UMB, por el contrario, el ancho como variable independiente presentó mejor ajuste que el largo.

Las ecuaciones de regresión originadas a partir de la combinación de ambos parámetros (largo y ancho) tanto en su forma simple como múltiple produjeron ajustes moderadamente

superiores, especialmente en el caso del UMB. Sin embargo, se adoptaron las ecuaciones provenientes de un parámetro único debido a la simplicidad y rapidez de su aplicación.

Las Figuras 2 y 3 muestran las curvas originadas a partir de las ecuaciones cuadráticas con mayor  $R^2$  en los dos ambientes. En el caso de la ETT, la ecuación seleccionada para la estimación del área foliar correspondió a la originada usando el largo como único parámetro (Figura 2). En el caso del UMB, el área foliar se estimó a través del ancho como parámetro único (Figura 3).



**Figura 2.** Curva de ajuste para estimar el área foliar en níspero basada en el largo de la hoja bajo condiciones de la ETT

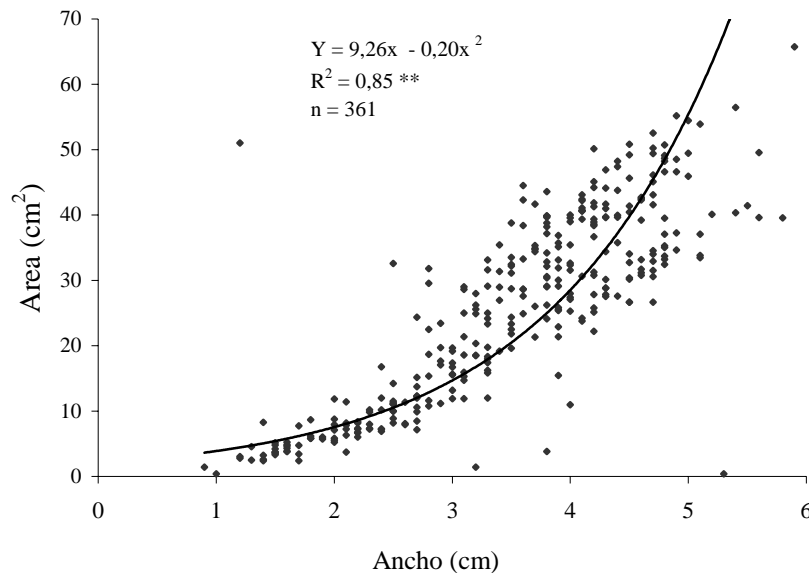
Otros tipos de ecuaciones generadas fueron las de tipo logarítmico, potencial y exponencial (datos no mostrados) cuyos  $R^2$  fueron similares a los obtenidos mediante las ecuaciones polinómicas presentadas en el Cuadro 2. Sin embargo, la simplicidad de las ecuaciones polinómicas hace más factible su uso sin pérdida apreciable de precisión.

Las mediciones lineales realizadas a las hojas no constituyeron muestreos destructivos y a la vez fueron fácilmente realizables, por lo que estas mediciones pueden ser repetibles en el tiempo.

Asimismo, la alta correlación encontrada entre las mediciones lineales y el área foliar hace apropiados y confiables estos procedimientos de estimación.

## CONCLUSIONES

- Las plantas jóvenes de níspero que crecieron bajo una estructura de techo transparente desarrollaron mayor número de hojas y de mayor tamaño que aquellas que crecían en un umbráculo con menor intensidad de luz.



**Figura 3.** Curva de ajuste para estimar el área foliar en níspero basada en el ancho de la hoja bajo condiciones del UMB

- En la estructura de techo transparente el parámetro lineal que mejor estimó el área foliar (AF) fue el largo de la hoja ( $AF = -0,71 l + 0,26 l^2$ ;  $R^2 = 0,95$ ), mientras que en el umbráculo el mejor parámetro fue el ancho de la hoja ( $AF = 9,26 a - 0,20 a^2$ ;  $R^2 = 0,85$ ).

### LITERATURA CITADA

1. Chirinos, T., L. Chirinos, F. Geraud, O. Castejón, R. Fernández, J. Vergara, L. Mármol y D. Chirinos. 1997. Modelos para estimar el área foliar del melón híbrido 'Durango'. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 14(2): 163-171.
2. Kozlowski, T., P. Kramer y S. Pallardy. 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press. New York.
3. Leopold, A. y P. E. Kriedemann. 1975. Plant Growth and Development. McGraw Hill. New York.
4. Manivel, L. y R. J. Weaver. 1974. Biometric correlation between leaf area and length measurements of 'Granache' grape leaves. HortScience 9(1):27-28.
5. Meza, N. y D. Bautista. 1997. Desarrollo del níspero (*Manilkara achras*) durante la fase juvenil de crecimiento continuo. XLIII Reunión de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical. Ciudad de Guatemala. Resúmenes p. 49.
6. Pire, R. e I. Valenzuela. 1995. Estimación del área foliar en *Vitis vinifera* L. 'French Colombard' a partir de mediciones lineales en las hojas. Agronomía Tropical 45(1): 143-154.
7. Ray, R. y P. Singh. 1989. Leaf area estimation in *Capsicum* (*Capsicum annuum* L.) Scientia Horticulturae 39(3):181-188.
8. Sepúlveda, G. y M. W. Kliewer. 1983. Estimation of leaf area of two grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) using laminae linear measurements and fresh weight. Amer. J. Enol. Vitic. 34(4): 221-226.