

MEDICIONES LINEALES EN LA HOJA PARA LA ESTIMACIÓN NO DESTRUCTIVA DEL ÁREA FOLIAR EN ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.)

F. H. Ruiz-Espinoza¹; B. Murillo-Amador²; J. L. García-Hernández²;
E. Troyo-Diéguez²; A. Palacios-Espinoza¹; A. Beltrán-Morales¹;
L. Fenech-Larios¹; S. Zamora-Salgado¹; P. Marrero-Labrador³;
A. Nieto-Garibay²; O. Cruz de la Paz³

¹Departamento de Agronomía. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
Km. 2.5 Carretera al sur. Colonia El Mezquitito.
La Paz, Baja California Sur. MÉXICO.

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Mar Bermejo No. 195,
Col. Playa Palo de Santa Rita. Tel. +52-612-123-84-84 Ext. 3440.
Fax. +52-612-123-85-25. La Paz, Baja California Sur, C. P. 23090 MÉXICO.
Correo-e: bmurillo04@cibnor.mx (⁴Autor responsable).

³Universidad Agraria de La Habana. “Fructuoso Rodríguez Pérez”.
San José de Las Lajas, La Habana, Cuba. CUBA.

RESUMEN

Se obtuvieron modelos estadísticos para estimar y predecir el área foliar (AF) basado en el largo (L) y ancho (A) de la hoja de albahaca (*Ocimum basilicum*) bajo condiciones de clima desértico, régimen de riego y manejo orgánico en la porción meridional de la península de Baja California, México. Se tomaron 500 muestras (n=500) aleatorizadas de hojas de tres edades (jóvenes, intermedias y maduras), en una superficie de una hectárea. Las mediciones obtenidas se correlacionaron para la generación de ecuaciones de regresión lineales simples (área foliar en función de largo y de ancho) y lineal múltiple (área foliar en función de largo por ancho). El área foliar resultó correlacionada positivamente con largo ($r=0.89$) y con ancho de la hoja ($r=0.86$) y con ancho por largo ($r=0.97$). Todas las ecuaciones calculadas explicaron significativamente ($P<0.0001$) el AF (amplitud de variación entre modelos de $R^2=0.70-0.93$). Estos resultados muestran la posibilidad de estimar en forma predictiva el AF de manera confiable a partir de medidas fácilmente obtenibles sin destruir la planta, además, valores altos de R^2 no necesariamente indican las bondades del modelo para estos fines. Integralmente, el mejor modelo fue el modelo lineal múltiple de largo por ancho ($R^2=0.93$).

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: modelos de regresión, área foliar, predicción.

LEAF LINEAR MEASUREMENTS FOR NON-DESTRUCTIVE ESTIMATION OF LEAF AREA IN BASIL (*Ocimum basilicum* L.)

ABSTRACT

We obtained statistical models for estimating and predicting leaf area (AF) based on leaf length (L) and width (A) of basil (*Ocimum basilicum*) under desert climatic conditions, irrigation regime, and organic management in the meridional area of the peninsula of Baja California, Mexico. We took 500 randomized leaf samples (n=500) at three ages (young, intermediate, mature), from one hectare. The measurements obtained were correlated to generate simple linear (leaf area as a function of length and width) and multiple linear (as a function of length by width) regression equations. Leaf area positively correlated with leaf length ($r=0.89$) and width ($r=0.97$) and with width by length ($r=0.97$). All calculated equations significantly explained ($P<0.0001$) AF (variation amplitude among models with $R^2=0.70-0.93$). These results show the feasibility of estimating AF in a predictive and reliable way from easily obtained measurements without destruction of the plant; additionally, high R^2 values do not necessarily indicate a good model fit for this purpose. As a whole, the best model was the multiple linear one that included length by width ($R^2=0.93$).

ADDITIONAL KEY WORDS: regression models, leaf area, prediction.

INTRODUCCIÓN

La determinación del área foliar es fundamental en estudios de nutrición y crecimiento vegetal, con ésta se puede determinar la acumulación de materia seca, el metabolismo de carbohidratos, el rendimiento y calidad de la cosecha (Bugarin *et al.*, 2002). Es una medida necesaria para evaluar la intensidad de asimilación de las plantas, parámetro de gran relevancia cuando se efectúa el análisis de crecimiento de un cultivo. Radford (1967), plantea que para aplicar las técnicas de análisis de crecimiento en estudios con plantas se requiere como mínimo una medida de la cantidad de material vegetal presente (peso seco) y una medida del sistema asimilatorio (área foliar) de las plantas, y a partir de estas medidas se pueden calcular los diferentes parámetros de un análisis de crecimiento sencillo.

Existen diversos procedimientos para la determinación del área foliar, desde modernos y automáticos equipos como planímetros ópticos, hasta laboriosos y tediosos métodos de laboratorio como el planímetro mecánico. Cuando las plantas son consideradas de manera individual, las medidas lineales de la hoja pueden utilizarse en relaciones funcionales (Simón y Trujillo, 1990). Por ser los primeros muy costosos y requerir los segundos largos períodos de tiempo, muchos investigadores han tratado de desarrollar procedimientos de fácil ejecución para la determinación del área foliar de diferentes especies. De esos intentos han resultado relaciones sencillas como el caso de Montgomery (1911), quien encontró la relación largo de la hoja por ancho máximo de la hoja por 0.75 como un método para determinar área foliar en maíz y el cual ha sido ampliamente utilizado en este cultivo. Por su parte, Stickler *et al.* (1961), determinaron que la relación largo por ancho máximo por 0.747 es significativamente precisa en la determinación del área foliar del sorgo para grano, independientemente de la variedad o híbrido estudiado. El área foliar guarda relaciones significativamente consistentes con sus medidas lineales, las cuales pueden establecerse mediante ecuaciones de regresión, como lo reportaron Elsner y Jubb (1988), quienes estimaron el área foliar mediante modelos lineales simples en hojas de vid. Ascencio (1985), determinó el área foliar en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y camote (*Ipomoea batatas* L. Parr), utilizando dimensiones lineales y peso seco de hojas. De igual forma, Fonseca *et al.* (1994), estimaron el área foliar en hojas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom). Asimismo, Rajerdran y Thambura (1987), estimaron el área foliar mediante modelos lineales en sandía. Estas ecuaciones se pueden utilizar para estimar el área foliar a partir de esas medidas lineales fácilmente obtenibles (Ray y Singh, 1989).

Los modelos matemáticos son una herramienta que permite la estimación de una variable sobre la base de los valores que tomen otras variables independientes. Se usan en prácticamente todas las áreas del conocimiento científico actual, incluyendo la estimación de variables fisiológicas

vegetales (Infante y Zarate, 1984; Sutton, 1996). En fruticultura se usan para la estimación de variables que no fácilmente se miden, como el tamaño final del fruto, la época de cosecha y las posibilidades de brotación de las plantas (Schwartz *et al.*, 1997).

Espinoza *et al.* (1998), propusieron modelos matemáticos para predecir peso fresco y peso seco de frutos estimando el área foliar y otras características de las ramas de durazno sin destruir la planta. Se encontró que el peso fresco (PF) de las ramas se puede estimar sobre la base del volumen calculado por las fórmulas del cono truncado y cono (para las ramas podadas y no podadas, respectivamente), el número de hojas (como indicador del número de yemas) y la relación entre los diámetros basales laterales y adaxial-abaxial, con modelos para ramas de diferente avance de lignificación que tienen R^2 entre 0.95 y 0.98. Se determinó un modelo general que estima el peso seco y uno por cada grado de dureza, todos con una R^2 entre 0.98 y 0.99.

Los métodos para la creación de modelos por regresión incluyen un análisis de varianza que permite determinar de manera objetiva si la participación de la interceptación o una variable independiente en el modelo es significativa o no y, por tanto, si ha de ser incluida o no en el modelo (Myers, 1990).

Mediante la aplicación de los modelos de regresión polinomial, cuadrático, raíz cuadrada y fraccionario se determinó la importancia de la distancia de siembra en la estimación del rendimiento de chile (*Capsicum annum* L.) (Viloria *et al.*, 1998). Bugarin *et al.* (2002), generaron un modelo para estimar la acumulación diaria de materia seca y potasio en la biomasa aérea total de tomate entre la fecha de plantación y cosecha, cuya aplicación se espera que sea válida indistintamente del hábito de crecimiento del cultivo, manejo o condiciones ambientales. Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar un procedimiento sencillo para la determinación del área foliar en albahaca mediante la determinación de las variables de dimensión (largo y ancho) de la hoja de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se desarrolló durante el período julio-agosto de 2005, en dos parcelas experimentales cuyas dimensiones eran de 1,068 y de 900 m², con surcos separados a 0.80 m, con una distancia entre plantas de 0.30 m, para un total de 4,360 y 3,700 plantas por parcela, respectivamente; ambas parcelas ubicadas en la unidad experimental orgánica certificada (MEXICO-OTCO-CO-93-00276) situada en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México, localizada a los 24° 10' latitud norte y 110° 19' longitud oeste, altitud 18.5 m, con clasificación climática BW(h')h w (e), seco desértico, cálido, con una temperatura media anual

mayor a 22° C, con suelos del tipo de los yermosoles háplicos, profundos (hasta 120 cm), de moderada a baja capacidad de intercambio catiónico, con alto nivel de salinidad (INEGI, 1997).

La frecuencia de riego fue entre tres y cuatro días y en ambos casos la fertilización se realizó con el aporte utilizando compostas orgánicas y estiércoles bovinos autorizados por las normas de certificación de la OTCO (2002) a razón de 1000 kg ha⁻¹.

Determinación del área foliar

Cuando las plantas presentaron de cuatro a cinco hojas verdaderas, se tomaron al azar 50 plantas en una de las dos parcelas, las cuales se etiquetaron previamente. En estas plantas se realizaron los muestreos simples aleatorios recolectando hojas de tres estratos de la planta (superior, intermedio y basal), durante las primeras fases del desarrollo del cultivo (adaptación y fase de crecimiento lineal). El criterio de decisión fue basado en el conocimiento que tienen los autores de la presente investigación con el cultivo de la albahaca, ya que las hojas superiores en el cultivo de la albahaca son las más jóvenes, las del estrato intermedio son de edad intermedia y las hojas maduras se localizan en la parte basal de la planta. Cuando las plantas presentaron 25 cm de altura, se realizaron los últimos muestreos, cubriéndose así las fases más avanzadas del ciclo del cultivo (de los 40 a los 60 días). El número total de hojas muestreadas fue de $n=500$, correspondiendo 250 hojas muestreadas por parcela y considerando un total de cinco muestreos de 50 hojas cada uno, correspondiendo una hoja muestreada por planta. Una vez muestreadas, las hojas se colocaron en bolsas de polietileno y se transportaron al laboratorio en un contenedor a una temperatura aproximada de 15 °C. En el laboratorio, a cada hoja se le determinó el largo (L, en cm), ancho (A, en cm) y el área foliar (AF; en cm²) con un integrador de área foliar (Li-Cor Modelo Li-3000A, Li-Cor Lincoln Nebraska, USA).

Determinación de ecuaciones

Las hojas colectadas en cada uno de los estratos de las plantas (jóvenes, intermedias y maduras) se mezclaron, de tal manera que los datos de las ecuaciones resultantes estaban representados por los tres tipos de hojas. Los datos de cada una de las variables (AF, L y A) se agruparon en pares de datos para su posterior procesamiento. El primer

par de datos fue largo contra el área foliar, el segundo par, ancho máximo contra área foliar, el tercer par estuvo conformado por el producto entre largo y ancho contra área foliar. Posteriormente se calcularon las correlaciones simples entre las variables área foliar, largo y ancho. También se realizaron los diagramas de dispersión entre el área foliar con largo y ancho para observar las tendencias, así como el cálculo de las ecuaciones de regresión lineal simple (área foliar en función de largo, ancho y el producto de largo por ancho) y lineal múltiple (área foliar en función de largo y ancho). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa de cómputo Statistica 6.1 (Statistica, Statsoft, Inc., 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ecuaciones de regresión para estimación del área foliar se muestran en el Cuadro 1, donde se observa que todas las ecuaciones presentan valores altos en los coeficientes de determinación (amplitud de variación de $R^2=0.70-0.93$; $P<0.0001$).

Al comparar las ecuaciones obtenidas con las mediciones individuales, donde se incluyeron tanto hojas jóvenes como intermedias y maduras, se observa que al utilizar ancho por largo, el valor de los coeficientes de correlación y determinación son superiores ($r=0.97$, $R^2=0.93$) con respecto a los obtenidos con las ecuaciones utilizando individualmente largo y ancho ($r=0.89$ y 0.86 , $R^2=0.73$ y 0.70 , respectivamente).

Con relación a los valores encontrados, la literatura reporta criterios que permiten establecer la confiabilidad de los modelos y admiten elegir el mejor; entre ellos, el más utilizado es el coeficiente de determinación o R^2 (Infante y Zarate, 1984). En algunos casos se considera a R^2 ajustado en lugar de R^2 simple, intentando con ello evitar la inclusión de variables de valor marginal en el modelo. Myers (1990) recomienda los análisis de residuales y otros criterios en la selección de los modelos.

Los rangos de área foliar, largo y ancho medidos, estuvieron comprendidos entre 0.13 y 68.22 cm², 0.3-13.8 cm y 0.4-4.9 cm, respectivamente. Las variables largo ($r=0.89$) y ancho ($r=0.86$) se correlacionaron positivamente con área foliar, siendo esta correlación altamente significativa ($P<0.0001$). Sin embargo, los valores de correlación fueron mayores con la variable largo (Cuadro 2).

CUADRO 1. Modelos de regresión para estimar el área foliar (AF) con base en el ancho (A) y largo (L) de la hoja de albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

Tipo de modelo	Modelo	r	R ² ***	R ² ajustada	AF	AE
Lineal simple	AF= -8.49+3.86 x L	0.89	0.73	0.73	20.25	42.57
Lineal simple	AF= -10.50+13.07x A	0.86	0.70	0.70	26.85	18.27
Múltiple	AF= - 20.5 + 2.59x L+ 8.29 x A	0.97	0.93	0.93	18.16	18.92

*** $P\leq 0.001$; n: 500. AE: AF estimada con los modelos.

CUADRO 2. Correlaciones entre el área foliar, ancho y largo para hojas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

	Área foliar	Ancho
Área foliar	—	
Ancho	0.86***	—
Largo	0.89***	0.97***

***Valores significativos a una $P \leq 0.001$; n: 500.

Los diagramas de dispersión muestran una mayor cohesión de puntos al comparar área foliar vs largo (Figura 1), mientras que los puntos más dispersos se muestran en área foliar vs ancho (Figura 2). Esto sugiere mejor ajuste de modelos para la estimación del área foliar con la variable largo de hojas. Los resultados indican que las ecuaciones $AF = -20.5 + 2.59 \times \text{largo} + 8.29 \times \text{ancho}$ y $AF = -8.49 + 3.86 \times \text{largo}$, resultan ser válidas para la estimación del área foliar de albahaca a partir de los valores de largo y ancho de la hoja, lo cual permite efectuar la estimación de la cobertura foliar y el índice de área foliar, indicadores básicos para estudios ecofisiológicos y de bioproductividad bajo condiciones de campo en esta especie.

Además de los coeficientes de determinación (R^2), es fundamental demostrar la capacidad de estimación de los modelos mediante la comparación de valores calculados con los valores reales observados. Es difícil encontrar trabajos en los que se seleccionen los modelos con base en otro criterio que no sea la R^2 simple. En el presente

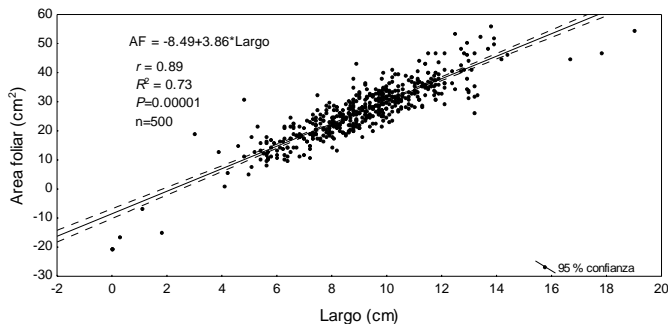


FIGURA 1. Diagrama de dispersión entre área foliar vs largo de la hoja en albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

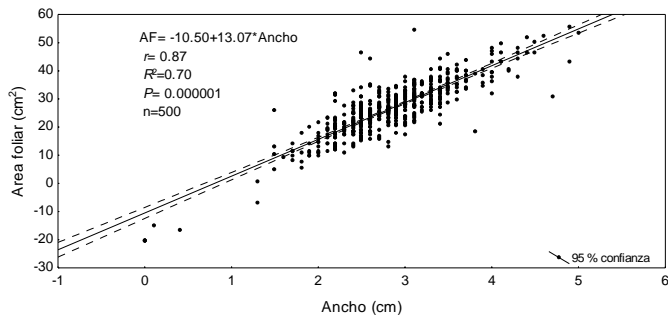


FIGURA 2. Diagrama de dispersión entre área foliar vs ancho de la hoja en albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

estudio, todos los modelos son estadísticamente aceptables cuando se toma en cuenta este coeficiente.

Sin embargo, al comparar la precisión con que estiman el área foliar (Cuadro 1 y Figura 3), es evidente que sólo las ecuaciones múltiples, basadas en ancho por largo de la hoja, estiman eficientemente el área foliar. La mayor cohesión de puntos, la tendencia rectilínea y la pendiente aproximada a una relación de 1:1 en los cambios de valor de los factores comparados en los diagramas de dispersión correspondientes a esas ecuaciones (Figura 3), evidencia sus mejores capacidades estimadoras del área foliar.

Las ecuaciones que incluyen ambas medidas, la lineal simple con el producto (ancho) o (largo) tienen coeficientes de determinación menores a la múltiple (ancho y largo), que tiene coeficiente de determinación mayor. Por lo tanto, se puede justificar la utilización de modelos que requieren tomar dos medidas para el cálculo del área, especialmente si se trata de muestreos no destructivos en el campo, tal como lo demostraron Srinivas y Hedge (1990), quienes utilizaron únicamente el ancho de la hoja para la estimación del área foliar en melón.

Es importante considerar las condiciones de cultivo, ya que Robbins y Pharr (1987), encontraron para pepino diferencias entre ecuaciones calculadas para condiciones de campo y para cultivo hidropónico, debido a que las relaciones cambian entre el área foliar, largo y ancho de la hoja.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con las mediciones lineales en la hoja de vid que reportaron Gutiérrez y Lavín (2000). Asimismo, con el reporte de Solórzano (1976), quien utilizó un procedimiento sencillo para la determinación de área foliar en sorgo para grano, basado en la relación largo por máximo ancho $\times 0.7$ el cual es de igual naturaleza que los métodos desarrollados por Montgomery (1911) y Stickler *et al.* (1961), pero en este caso se determinó que la mencionada relación era aplicable

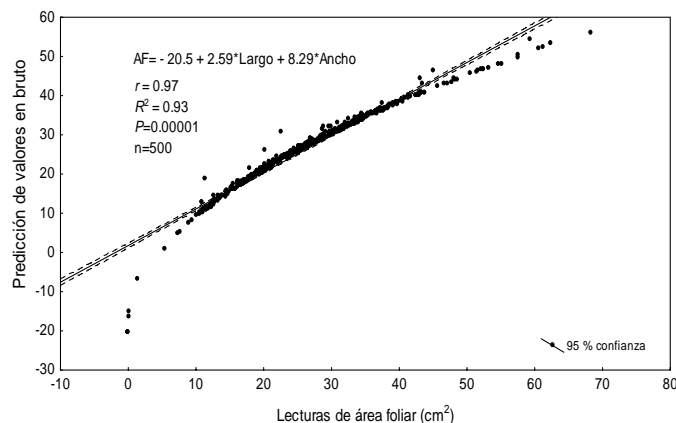


FIGURA 3. Diagrama de dispersión entre área foliar observada (AF) y área foliar estimada (AE) en albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

a plantas de diferentes edades a lo largo del ciclo del desarrollo, lo cual es deseable cuando se aplica la técnica de análisis de crecimiento. El presente reporte coincide también con Sepúlveda y Kliewer (1983), quienes estimaron el área foliar en hojas de dos cultivares de *Vitis vinifera* L. al multiplicar el ancho máximo por el largo máximo de la hoja, considerando el método como un estimador preciso del área foliar.

De igual forma Smith y Kliewer (1984), encontraron que el producto del largo por el ancho de la hoja presenta una buena estimación del área foliar, lo que fue corroborado por Elsner y Jubb (1988). También Ackley *et al.* (1958), reportan que las variables mejor relacionadas con el área foliar son el largo máximo y ancho máximo y el producto de ambos. Manivel y Weaver (1974), encontraron que largo máximo, ancho máximo y largo al punto peciolar estiman en forma independiente un área foliar satisfactoria. Según Kingston y van Epenhuijsen (1989), un conteo de hojas en vid, también se utiliza para estimar área foliar, siendo necesarias 11 hojas para el período de crecimiento de frutos y 13 hojas para el período de madurez en el cultivar Italia. Ninguno de los trabajos de investigación revisados establece la utilización de diferentes edades de hojas tal y como se realizó en el presente estudio. Sin embargo, en la generación de modelos del presente estudio, los datos de los tres tipos de hojas (jóvenes, intermedias y maduras) se agruparon por lo que los modelos se generaron en conjunto, es decir, no se generaron modelos por separado para cada tipo de hoja, estudio que sería importante realizar en futuras investigaciones para ver si existen diferencias entre modelos al utilizar hojas de diferentes edades.

No obstante, al comparar las áreas foliares estimadas mediante este modelo con las observadas, las diferencias resultaron altamente significativas, lo cual es sustentado por el correspondiente diagrama de dispersión (Figura 3). La diferencia relativamente pequeña en cuanto a predictibilidad entre los dos modelos (con el largo y con el ancho) puede deberse al efecto de los logaritmos; de modo que artificios matemáticos pueden enmascarar la utilidad de los modelos, si no se evalúa su exactitud estimadora.

CONCLUSIONES

La relación largo por ancho provee una forma sencilla y precisa para la estimación del área foliar en albahaca a cualquier edad del cultivo en el período de 25 a 75 días, sin eliminar las hojas de las plantas.

Dentro de las condiciones aquí referidas, los resultados permiten estimar el área foliar en albahaca, utilizando ancho y largo de la hoja, sin importar el estrato de la planta donde sea colectado, es decir, no importando la edad (jóvenes, intermedias y maduras). La ecuación de regresión lineal múltiple $AF = -20.5 + 2.59 \times \text{largo} + 8.29 \times \text{ancho}$, y la

ecuación lineal simple $AF = -8.49 + 3.86 \times \text{largo}$ estiman mejor el área foliar en albahaca.

Se recomienda el uso de la relación previamente mencionada para la estimación del área foliar en albahaca.

LITERATURA CITADA

- ACKLEY, W.; GRANDALL, P.; RUSSELL, T. 1958. The use of lineal measurements in estimating leaf area. Proc. Amer. Soc. Horticult. Sci. 72: 326-330.
- ASCENCIO, J. 1985. Determinación del área foliar en plantas de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y batata (*Ipomoea batata* (L.) Parr) utilizando dimensiones lineales y peso seco de hojas. Turrialba 35: 55-64.
- BUGARIN, M. R.; SPINOLA, A. G.; GARCÍA, P. S.; PAREDES, D. G. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. Terra 20: 401-409.
- ELSNER, E. A.; JUBB, G. L. Jr. 1988. Leaf area estimation of concord grape leaves from simple linear measurements. American J. Enol. and Vitic. 39: 95-97.
- ESPIÑOZA, J.; ORTIZ-CERECERES, J.; MENDOZA-CASTILLO, M. C.; VILLASEÑOR-ALBA, J. A.; VILLEGAS-MONTER, A.; PEÑA-VALDIVIA, C.; ALMAGUER-VARGAS, G. 1998. Modelos de regresión para la estimación del peso fresco y seco de ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch.). Revista Chapingo Serie Horticultura 4: 125-131.
- FONSECA, C.; DE CONDE, R.; DA FONSECA, C. 1994. Estimativa da area foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom). Pesquisa Agropecuaria Brasileira 29: 593-599.
- GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- GUTIÉRREZ, T. A.; LAVÍN, A. A. 2000. Mediciones lineales en la hoja para la estimación no destructiva del área foliar en vides cultivar Chardonnay. Agricultura Técnica. 60: 69-73.
- INFANTE, G. S., ZARATE DE LARA G. P. 1984. Métodos estadísticos. Edit. Trillas. México. p. 463-467, 513-515.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1997. Síntesis geográfica del Estado de Baja California Sur, INEGI, Aguascalientes, México.
- KINGSTON, C. M.; VAN EPENHUIJSEN, C. W. 1989. Influence of leaf area on fruit development and quality of Italia glasshouse table grapes. Am. J. Enol. Vitic. 40: 130-134.
- MANIVEL, L.; WEAVER, R. J. 1974. Biometric correlations between leaf area and length measurement of 'Grenache' grape leaves. Hort Science 9: 27-28.
- MONTGOMERY, E. G. 1911. Correlation studies of corn. Nebraska Agr. Esp. Sta. 24th Ann. Rpt.
- MYERS, R. H. 1990. Classical and modern regression with applications. Edit. Pws-Kent Publishing Company. USA. pp. 3, 26-32, 37, 39, 56, 60-66, 277-367. PUC. 1999. WWW. Puc.cl/ sw educ/hort0498/HTML/p034.html.
- OTCO. OREGON TILTH CERTIFIED ORGANIC, INC. 2002. 470 Lancaster Dr. NE Salem, OR 97301. Edited by Oregon Tilth Inc. USA.
- RAJERDRAN, P. C.; THAMBURA, J. S. 1987. Estimation of leaf area in watermelon by linear measurements. South Indian Horticulture 35: 325-327.
- RADFORD, P. J. 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. Crop Sci. 7: 171-175.

- RAY, R. C.; SINGH, R. P. 1989. Leaf area estimation in capsicum (*Capsicum annum* L.). *Scientia Horticulturae* 39: 181-188.
- ROBBINS, N. S.; PHARR, D. M. 1987. Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. *Hort Science* 22: 1264-1266.
- SIMON, M.; TRUJILLO DE LEAL, A. 1990. Determinación del área foliar en cinco clones de ocumo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) O. Schott). *Rev. Fac. Agron.* 16: 147-158.
- SEPÚLVEDA, G.; KLIEWER, W. M. 1983. Estimation of leaf area of two grapevines cultivars (*Vitis vinifera* L.) using laminae linear measurements and fresh weight. *Am. J. Enol. Vitic.* 34: 221-226.
- SMITH, R. J.; KLIEWER, W. M. 1984. Estimation of Thompson Seedless grapevines leaf area. *Am. J. Enol. Vitic.* 35: 16-22.
- SRINIVAS, K.; HEDGE, D. M. 1990. Leaf area determination in muskmelon. *Progressive Horticulture.* 22: 204-205.
- STATISTICA. 2001. System Reference. Statsoft. Inc. Tulsa OK. USA. 1098 p.
- STICKLER, F. C.; WEARDEN, S.; PAULI, A. W. 1961. Leaf area determination in grain sorghum. *Agr. J.* 53: 187-188.
- SOLÓRZANO, P. P. R. 1976. Determinación de área foliar en sorgo granero (*Sorghum bicolor* L. Moench) a diferentes edades. *Agronomía Tropical.* 26(1): 39-45.
- SUTTON, T. B. 1996. Changing options for the control of deciduous fruit tree diseases. *Annual Review of Plant Phytopathology* 34: 527-547.
- SCHWARTZ, M. D.; CARBONE, G. J.; REIGHARD, G. L.; OKIE, W. R. 1997. A model to predict peach phenology and maturity using meteorological variables. *Hort Science* 32: 213-216.
- VILORIA, A.; ARTEAGA, L.; RODRÍGUEZ, H. A. 1998. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta del pimentón. *Agronomía Tropical* 48(4): 413-423.