



# CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO Y SU RELACIÓN CON LA FRUCTIFICACIÓN Y PRODUCCIÓN EN NARANJOS [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]

Characterization of the vegetative development and its relationship with fruiting and production of orange trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]

Guillermo R. Almenares Garlobo<sup>1✉</sup>, María del C. Pérez Hernández<sup>2</sup>, Walfredo Torres de la Noval<sup>2</sup>, Mario Varela Nualles<sup>2</sup> y María I. Pavón Rosales<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** A characterization of the vegetative development of 'Valencia Late' and 'Washington Navel' orange cultivars was done and the relationship between vegetative development, fruiting, production and efficiency of the fruiting and production was determined. A plot from each cultivar was selected and during every year's flushing period, the number of leaves per canopy surface, tree dimensions and average foliar surface were evaluated; accumulated rainfall was recorded. Variables like vegetative development, foliar area per tree, foliar area per canopy volume and the foliar area index were estimated. From each variable data, a simple classification analysis of variance was performed every year. Variables as fruiting, production and efficiency of the fruiting and production were calculated and their relationship with those of vegetative development was determined through an Analysis of Canonic Correlations. The results showed that the vegetative development corresponds to the behavior of accumulated annual rainfall, as they increase, the vegetative development is higher. The foliar area was directly related to fruiting and production of both cultivars. Increased foliar area per tree and foliar area reduction per canopy volume mainly contributed to an increased fruiting (number of fruits per tree) and production (kg of fruits per tree).

**Key words:** *Citrus sinensis*, leaf area, fruiting, plant production

**RESUMEN.** Se caracterizó el desarrollo vegetativo de los cultivares de naranjo 'Valencia Late' y 'Washington Navel', se determinó la relación del desarrollo vegetativo con la fructificación, la producción y la eficiencia de la fructificación y la producción. Se seleccionó una parcela por cada cultivar y durante cada oleada de brotación, se evaluó el número de hojas por superficie de la copa, las dimensiones de los árboles y la superficie foliar promedio, y se registraron las precipitaciones acumuladas. Se estimaron las variables de desarrollo vegetativo área foliar por árbol, área foliar por volumen de copa y el Índice de Área Foliar. Con los datos de cada variable en cada uno de los años se realizó un análisis de varianza de clasificación simple. Se calcularon variables de fructificación, producción y la eficiencia de la fructificación y la producción, se determinó la relación de éstas con las variables de desarrollo vegetativo a través de un Análisis de Correlaciones Canónicas. Los resultados muestran que el desarrollo vegetativo se corresponde con el comportamiento de las precipitaciones acumuladas anuales, cuando éstas aumentan, el desarrollo vegetativo es superior. El área foliar se relaciona directamente con la fructificación y la producción en ambos cultivares. El aumento del área foliar por árbol y la disminución del área foliar por volumen de copa, contribuyeron fundamentalmente al incremento de la fructificación (número de frutos por árbol) y la producción (kg de frutos por árbol).

**Palabras clave:** *Citrus sinensis*, superficie foliar, fructificación, producción vegetal

## INTRODUCCIÓN

Los cítricos, tienen una elevada importancia desde el punto de vista económico y nutricional.

En el mundo se dedican 8,7 millones de hectáreas a su cultivo y la producción asciende a 122,3 millones de toneladas, de ellas el 56,4 % corresponde a naranjas<sup>A</sup>.

En Cuba, los cítricos ocupan 29,3 miles de hectáreas, con una producción de 203,7 miles de

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

✉ guillermo@inca.edu.cu; guillermo@enet.cu

<sup>A</sup>FAO. *FAO Statistical Yearbook 2013. World food and agriculture*. Roma: FAO, 2013. 289 p. ISBN 978-92-5-107396-4.

toneladas, fundamentalmente naranjas (46,1 %)ª. Aunque el área cultivada y la producción han decrecido en los últimos años por distintas causas, fundamentalmente el impacto de plagas y enfermedades, se continúan las investigaciones para desarrollar las bases científico-técnicas ante el nuevo escenario del sector.

En este contexto, el estudio del desarrollo vegetativo, comportamiento de los componentes del rendimiento y los factores que intervienen en ellos es importante, para el manejo diferenciado de los cultivares mediante la aplicación de tecnologías adecuadas de plantación, nutrición, defensa fitosanitaria, riego y poda en las distintas condiciones edafoclimáticas.

Se conoce que las condiciones edafoclimáticas influyen en el desarrollo de los árboles de cítricos. Por ejemplo, la emisión de flujos vegetativos, en plantaciones sin riego, es regulada por la ocurrencia de períodos secos y lluviosos (1, 2, 3). Estos flujos de crecimiento vegetativo o brotaciones, son responsables del crecimiento de las ramas y el aumento del área foliar en los árboles (4).

Por lo tanto, el comportamiento de las brotaciones vegetativas juega un papel fundamental en el mantenimiento de un balance adecuado entre estructuras vegetativas y reproductivas, aspecto de gran importancia para la producción de frutos y su crecimiento (5). Las hojas producen y exportan fotoasimilados al resto del árbol y se conocen como fuentes, mientras que los órganos no fotosintetizadores (frutos y raíces) son conocidos como sumideros (6). La relación hoja-fruto es dependiente de muchos factores como la especie, la variedad, las prácticas fitotécnicas y las condiciones edafoclimáticas (7, 8).

Para comparar la productividad potencial de la copa en sistemas de plantación de cítricos, se han utilizado variables del desarrollo vegetativo como el área foliar por árbol y el índice de área foliar (*I**A**F*). Este último se define como la relación entre el área foliar y el área de superficie de suelo ocupada por un árbol<sup>Ⓛ</sup>.<sup>Ⓜ</sup> además, se utiliza para modelar procesos vegetales (9) y como un indicador de la actividad fotosintética, por su relación con la interceptación de la luz solar (7). También el *I**A**F* combinado con las variables climáticas, se ha utilizado para calcular los volúmenes diarios de agua necesarios para el riego del cultivo en algunos agroecosistemas (10).

<sup>Ⓛ</sup>ONEI. *Anuario Estadístico de Cuba 2012. Edición 2013* [en línea]. Cuba: ONEI, 2 de julio 2013 [Consulta: 24 de septiembre 2013]. Disponible en: <http://www.onei.cu/aec2012/esp/20080618index.htm>.

<sup>Ⓜ</sup>Fischer, G. *La relación hoja/fruto en especies frutícolas*. En: IV Congreso Colombiano de Horticultura: 2011, 17-18 pp. Noviembre: Palmira, Colombia. Memorias IV Congreso Colombiano de Horticultura. Colombia: SCCH, 2011. pp. 40-53.

<sup>Ⓝ</sup>Tucker, D. P.; T. A. Wheaton y R. P. Murano. *Citrus tree spacing*. Series of the Horticultural Sciences [Fact Sheet, HS-143] Univ. Fla., Florida, 1994. 10 pp.

Sin embargo, existe poca información en cítricos sobre estudios de interrelaciones entre grupos de variables del desarrollo vegetativo y reproductivo. No se conoce el comportamiento del desarrollo vegetativo y su relación con los procesos de fructificación, producción y su eficiencia en naranjos, cultivados en el agroecosistema cítrico de Contramaestre, región oriental de Cuba.

El objetivo del estudio fue caracterizar el desarrollo vegetativo de los cultivares de naranjo 'Valencia Late' y 'Washington Navel', así como determinar la relación del desarrollo vegetativo con la fructificación, la producción y la eficiencia de la fructificación y la producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se desarrolló en el período 2000-2002, se utilizaron árboles de naranjo dulce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], cultivares 'Valencia Late' (V.L.) y 'Washington Navel' (W.N.), de 30-33 años de edad, injertados sobre naranjo Agrio (*Citrus aurantium* L.) y plantados a una distancia de 4 x 8 m.

Las parcelas experimentales se localizaron en los 20°18'56" Latitud Norte; 76°16'22" Longitud Oeste (V.L.), y los 20°19'56" Latitud Norte; 76°17'32" Longitud Oeste (W.N.), en áreas de producción sin riego, pertenecientes a la Empresa de Cítricos "América Libre", municipio Contramaestre, provincia Santiago de Cuba.

El suelo se clasificó como Pardo mullido cálcico (11). El manejo agronómico de las plantaciones se realizó según el esquema tecnológico de la empresa durante este período y se registraron las precipitaciones acumuladas (Pr; mm) en pluviómetros situados a 300 m de las parcelas experimentales.

## CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO

El desarrollo vegetativo se caracterizó en los cuatro árboles centrales de una parcela seleccionada en cada cultivar y constituida por 16 árboles (cuatro por hilera).

Durante cada una de las tres oleadas de brotación acontecidas por año, se realizaron evaluaciones del número de hojas por superficie de la copa, dimensiones de los árboles y se estimaron las variables de desarrollo vegetativo (12).

El número de hojas por superficie de la copa [*N**h*; hojas.(m<sup>2</sup> copa)<sup>-1</sup>], se contabilizó a través de un marco de 0,25 m<sup>2</sup> colocado a 1,5 m de la altura del árbol por los puntos cardinales de la copa y se determinó la superficie foliar de cinco hojas (cm<sup>2</sup> hoja<sup>-1</sup>) por cada punto cardinal de la copa, mediante un planímetro digital *Delta T-Device* (UK).

Además, se evaluaron las dimensiones altura del árbol (*A**T*; m), altura del suelo a la base de la copa (*S*; m) y diámetro de la copa en dos direcciones Norte-Sur (N-S) y Este-Oeste (E-O), que se determinó como diámetro horizontal máximo (*D*<sub>N-S</sub> y *D*<sub>E-O</sub>) y diámetro horizontal a 1,5 m de la altura del árbol (*D*<sub>N-S</sub> y *D*<sub>E-O</sub>),

utilizando una regla graduada en mm y con una longitud de 7 m. Posteriormente se estimó la superficie foliar promedio ( $Sp$ ;  $\text{cm}^2 \cdot \text{hoja}^{-1}$ ), altura de la copa ( $H$ ; m)  $H=AT-S$ , el radio horizontal máximo de la copa ( $Rp$ ; m)  $Rp=[(Dp_{N-S} + Dp_{E-O})/2]/2$ , el radio horizontal de la copa a 1,5 m de la altura del árbol ( $Rm$ ; m)  $Rm=[(Dm_{N-S} + Dm_{E-O})/2]/2$  y el volumen de la copa ( $Vc$ ;  $\text{m}^3$ )  $Vc=2,0944 Rp^2 H$ .

En cada oleada de brotación, se estimaron las variables de desarrollo vegetativo: área foliar por árbol ( $At$ ;  $\text{m}^2 \cdot \text{copa}^{-1}$ )  $At=(Vc Sp Nh)/Rm$ , área foliar por volumen de copa [ $Av$ ;  $\text{m}^2 \cdot (\text{m}^3 \text{ copa})^{-1}$ ]  $Av=(Sp Nh)/Rm$  y el índice de área foliar  $IAF=(0,667 Sp Nh H)/Rm$ . El resultado en las variables de desarrollo vegetativo es la suma acumulada anual de las tres oleadas de brotación.

Los datos de cada variable en cada uno de los años se analizaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple ( $p \leq 0,05$ ).

**RELACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO CON LA FRUCTIFICACIÓN, LA PRODUCCIÓN Y LA EFICIENCIA DE LA FRUCTIFICACIÓN Y LA PRODUCCIÓN**

Se calcularon variables de fructificación, la producción así como la eficiencia de la fructificación y la producción (12). Las variables de fructificación y su eficiencia fueron número de frutos por árbol  $Ft=2,1[(Rp^2 H)/Rm]$ , número de frutos por metro cúbico de copa  $Fv=F/Rm$ ; donde  $F$  es la cantidad de frutos ( $\text{m}^2 \text{ copa}^{-1}$ ) al finalizar el período de cuajado y se contabilizó a través de un marco de  $0,25 \text{ m}^2$

colocado a 1,5 m de la altura del árbol por los puntos cardinales de la copa y metros cuadrados de hoja por fruto  $Rhf=0,0001[(Sp Nh)/F]$ .

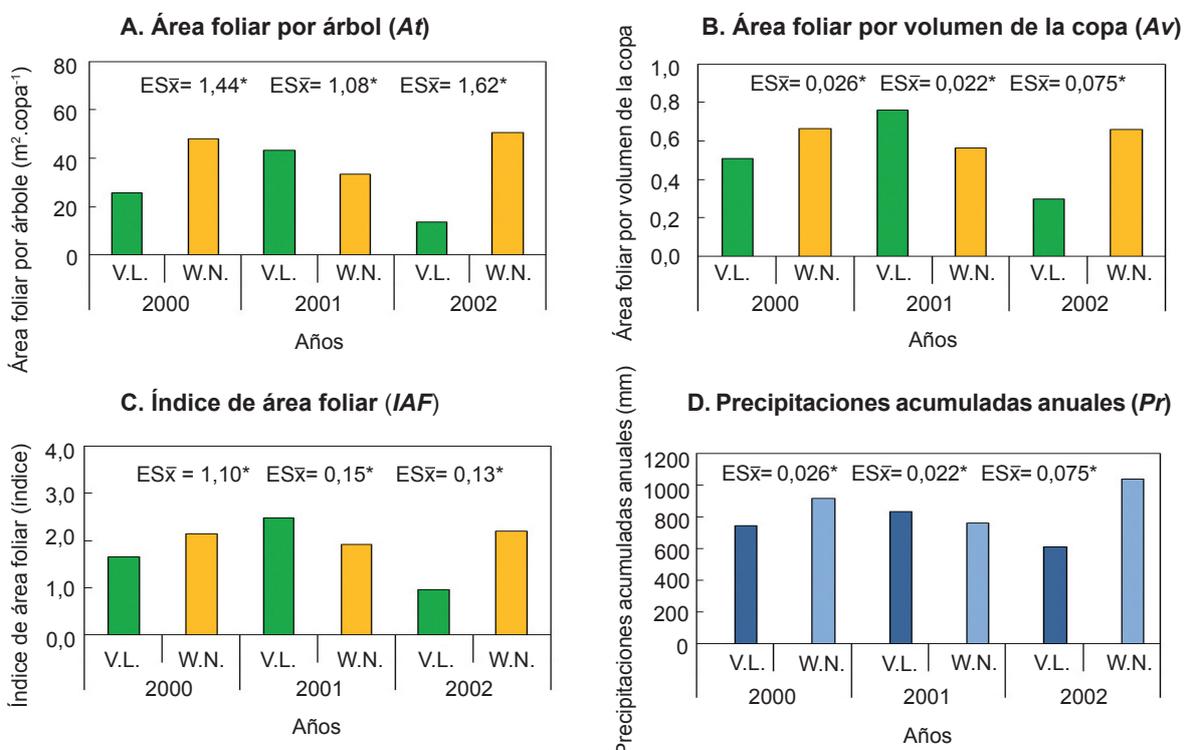
Las variables de producción y su eficiencia fueron: kilogramos de frutos por árbol  $Mt=0,021Mf F[(Rp^2 H)/Rm]$ ; donde  $Mf$  es la masa promedio de cinco frutos maduros por árbol, cosechados en los meses de octubre ('Washington Navel') y diciembre ('Valencia Late'), kilogramos de frutos por metro cúbico de copa  $Mv=(Mf F)/(1000 Rm)$  y metros cuadrados de hoja por kilogramos de fruto  $Rhm=0,1[(Sp Nh)/Mf F]$ .

Para determinar la relación de las variables de desarrollo vegetativo con las de fructificación, producción y su eficiencia, se utilizó el método multivariado de Análisis de Correlaciones Canónicas, previa estandarización de los datos, (13). Los análisis estadísticos se realizaron con el software STATGRAPHICS® Plus, versión 5.1.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO**

Se observó, de manera general en cada cultivar, correspondencia entre las magnitudes de las variables de desarrollo vegetativo área foliar por árbol (Figura A), área foliar por volumen de la copa (Figura B) y el índice de área foliar (Figura C) con las precipitaciones acumuladas anuales (Figura D).



† Valores acumulados anuales de las tres oleadas de brotación

\*Significativo para  $p \leq 0,05$  según análisis de varianza,  $n=4$

**Comportamiento de las variables de desarrollo vegetativo† (A, B, C) y precipitaciones acumuladas (D) en naranjos 'Valencia Late' (V. L.) y 'Washington Navel' (W. N.).**

Estas variables, mostraron valores superiores en la medida que las precipitaciones acumuladas fueron más abundantes.

Por otra parte, los valores estimados de *IAF* promedio, durante los tres años de estudio fueron de 1,7 ('Valencia Late') y 2,0 ('Washington Navel'). Estos valores son inferiores a los informados en Florida, Estados Unidos<sup>E</sup> (14), los que oscilaron entre 3,9-5,1 y en Ceiba del Agua, Cuba<sup>E</sup> con valores entre 2,5-3,6; todos en plantaciones de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, con distancias de plantación similares, pero con riego.

En efecto, los valores de *IAF* estimados y los informados son muy diferentes; sin embargo, la superficie foliar promedio determinada para ambos cultivares en el agroecosistema de Contramaestre presentó algunos valores semejantes a lo informado por los autores anteriormente citados, en las plantaciones de Florida y Ceiba del Agua. Este hecho apunta a que las diferencias de *IAF* manifiestas entre agroecosistemas, se deben fundamentalmente al número de hojas por superficie de la copa (*Nh*) (datos no mostrados).

Los valores bajos de *Nh* cuantificados en este agroecosistema, pudieron estar asociados principalmente a dos factores, por una parte, a las condiciones de secano en que se desarrolló el cultivo y por otra, a las atenciones culturales, especialmente la nutrición realizada con nitrógeno (N), donde las dosis de 0,25-0,30 kg N árbol año<sup>-1</sup> fueron inferiores a las necesidades calculadas, y también respecto a las utilizadas en los agroecosistemas de comparación.

Ambos factores están estrechamente relacionados con el desarrollo vegetativo y contribuyeron probablemente a la variación mostrada. En este

sentido, se ha informado que los períodos de restricción hídrica provocan efectos sobre el desarrollo vegetativo de los cítricos como la senescencia y la abscisión de hojas (15), por lo que optimizar la nutrición con N en árboles cítricos es necesario para regular el crecimiento vegetativo (16).

El *IAF* es un indicador de la actividad fotosintética (7). Asimismo constituye la variable fisiológica que más incide en la diferenciación de las regiones citrícolas del continente americano, correspondiendo los valores más bajos a plantaciones sin riego y de climas más cálidos (17).

### RELACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO CON LA FRUCTIFICACIÓN, PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DE LA FRUCTIFICACIÓN Y LA PRODUCCIÓN

El Análisis de Correlaciones Canónicas mostró la influencia del grupo de variables de desarrollo vegetativo sobre los grupos de variables de fructificación, producción y eficiencia de fructificación y producción en ambos cultivares (Tabla I A y B; Tabla II A y B). Según este análisis, el par de variables canónicas ( $U_1$ - $V_1$ ) explicó la mayor asociación existente entre los grupos de variables fisiológicas, con un coeficiente de correlación canónica alto.

Dentro de las variables de desarrollo vegetativo que más influyeron sobre las de fructificación y su eficiencia en 'Valencia Late' (Tabla I A), están el área foliar por árbol (*At*) y el índice de área foliar (*IAF*). Cuando ambas aumentan y el área foliar por volumen de copa (*Av*) disminuye, provocan un incremento del número de frutos por árbol (*Ft*) y una disminución del número de frutos por m<sup>3</sup> de copa (*Fv*). Mientras que en 'Washington Navel' (Tabla I B) se observó una influencia similar, aunque en este cultivar el *IAF* no influyó de forma determinante.

<sup>E</sup>Pozo, L. V. Comunicación personal, 2007. Citrus Research and Education Center. UFLA. Lake Alfred, Florida, EE. UU.

**Tabla I. Análisis de correlaciones canónicas entre variables de desarrollo vegetativo<sup>†</sup> ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ) y de fructificación y su eficiencia<sup>††</sup> ( $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$ ) en dos cultivares de naranjo [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck].**

$U_i$	Coefficiente	$V_i$	Coefficiente	Correlación Canónica <sup>§</sup>
<b>A) Cultivar 'Valencia Late'</b>				
$x_1$ , Área Foliar por árbol ( <i>At</i> )	-1,69	$y_1$ , Número de frutos por árbol ( <i>Ft</i> )	-1,23	0,99**
$x_2$ , Índice de Área Foliar ( <i>IAF</i> )	-1,91	$y_2$ , Número de frutos por m <sup>3</sup> de copa ( <i>Fv</i> )	1,87	
$x_3$ , Área Foliar por volumen de copa ( <i>Av</i> )	3,82	$y_3$ , m <sup>2</sup> de hoja por fruto ( <i>Rhf</i> )	-0,18	
<b>B) Cultivar 'Washington Navel'</b>				
$x_1$ , Área Foliar por árbol ( <i>At</i> )	-1,23	$y_1$ , Número de frutos por árbol ( <i>Ft</i> )	-2,09	0,96**
$x_2$ , Índice de Área Foliar ( <i>IAF</i> )	0,25	$y_2$ , Número de frutos por m <sup>3</sup> de copa ( <i>Fv</i> )	2,15	
$x_3$ , Área Foliar por volumen de copa ( <i>Av</i> )	0,63	$y_3$ , m <sup>2</sup> de hoja por fruto ( <i>Rhf</i> )	-0,30	

<sup>§</sup>Significación para  $p \leq 0,01$ ;  $n=12$

<sup>†</sup>Suma de los valores acumulados de las brotaciones del año 2000 y la brotación de febrero-marzo de 2001 y suma de los valores acumulados de las brotaciones del año 2001 y la brotación de febrero-marzo de 2002

<sup>††</sup>Valores calculados al finalizar el período de cuajado abril-mayo, años 2001 y 2002

**Tabla II. Análisis de correlaciones canónicas entre variables de desarrollo vegetativo<sup>†</sup> ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ) y de producción<sup>††</sup> y su eficiencia ( $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$ ) en dos cultivares de naranjo [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck].**

$U_i$	Coefficiente	$V_i$	Coefficiente	Correlación Canónica <sup>§</sup>
<b>A) Cultivar 'Valencia Late'</b>				
$x_1$ , Área Foliar por árbol ( <i>At</i> )	2,09	$z_1$ , kg de frutos por árbol ( <i>Mt</i> )	1,27	0,99**
$x_2$ , Índice de Área Foliar ( <i>IAF</i> )	0,52	$z_2$ , kg de frutos por m <sup>3</sup> de copa ( <i>Mv</i> )	-1,65	
$x_3$ , Área Foliar por volumen de copa ( <i>Av</i> )	-2,50	$z_3$ , m <sup>2</sup> de hoja por kg de frutos ( <i>Rhm</i> )	0,34	
<b>B) Cultivar 'Washington Navel'</b>				
$x_1$ , Área Foliar por árbol ( <i>At</i> )	1,01	$z_1$ , kg de frutos por árbol ( <i>Mt</i> )	1,70	0,97**
$x_2$ , Índice de Área Foliar ( <i>IAF</i> )	0,49	$z_2$ , kg de frutos por m <sup>3</sup> de copa ( <i>Mv</i> )	-1,79	
$x_3$ , Área Foliar por volumen de copa ( <i>Av</i> )	-1,12	$z_3$ , m <sup>2</sup> de hoja por kg de frutos ( <i>Rhm</i> )	0,06	

<sup>§</sup>Significación para  $p \leq 0,01$ ;  $n=12$

<sup>†</sup>Valores acumulados anuales de las brotaciones del año 2000, 2001 y 2002

<sup>††</sup>Valores calculados al finalizar la cosecha en octubre ('Washington Navel') y diciembre ('Valencia Late') años 2000, 2001 y 2002

Por otra parte, al considerar la influencia de las variables de desarrollo vegetativo sobre las de producción y su eficiencia, tanto en 'Valencia Late' (Tabla II A) como en 'Washington Navel' (Tabla II B) se encontró que cuando aumenta *At* y disminuye *Av*, inducen un incremento en los kg de frutos por árbol (*Mt*) y una disminución de los kg de frutos por m<sup>3</sup> de copa (*Mv*).

Esta dependencia no se conocía en el agroecosistema cítrico de Contramaestre y muestra la relación específica del área foliar por árbol, así como por volumen de copa con las variables de producción y su eficiencia. Desde el punto de vista práctico, permite manejar aspectos agronómicos del cultivo, como densidad de plantación, podas y fertilización, que influyen en las variables de crecimiento vegetativo como *At* y *Av*.

El área foliar está relacionada con la fructificación y la producción en ambos cultivares. El aumento del área foliar por árbol y la disminución del área foliar por volumen de copa, contribuyeron fundamentalmente al incremento de la fructificación (número de frutos por árbol) y la producción (kg de frutos por árbol).

La relación directa del área foliar con el número de frutos y los kilogramos de frutos (todos definidos por árbol), estuvo asociada al número de hojas por superficie de la copa, a la superficie foliar, así como al desarrollo de la copa, expresado por su volumen.

En este sentido, el área foliar, tiene una relación directa con la capacidad fotosintética (18), la que influye en el aporte de fotoasimilados (19). En frutales (7,20) se ha demostrado una relación directa entre área foliar por árbol y la producción.

En las condiciones de estudio, en plantaciones sin riego, una disminución del número de hojas por abscisión u otros factores pudo reducir la intercepción de la luz solar por la copa, disminuyendo la cantidad de fotoasimilados producidos y consecuentemente se afecta la productividad biológica y agrícola del cultivo (14, 21).

Por otra parte, la relación inversa del área foliar por volumen de copa con el número de frutos por árbol y los kilogramos de frutos por árbol, puede estar asociada al número de hojas por superficie de la copa (*Nh*). Un incremento de *Nh* significa una mayor brotación vegetativa en detrimento de la reproductiva, lo que sugiere que la diferenciación de yemas fue favorable a las vegetativas y por consiguiente disminuyó la cantidad de flores producidas, frutos cuajados y producción por árbol.

Según los resultados, el Análisis de Correlaciones Canónicas, constituyó una herramienta estadística apropiada para el análisis de variables múltiples y facilita el estudio de las interrelaciones entre grupos de variables dependientes e independientes, como se ha demostrado en otros estudios (22).

## CONCLUSIONES

El desarrollo vegetativo de los naranjos 'Valencia Late' y 'Washington Navel' en el agroecosistema cítrico de Contramaestre, se corresponde con el comportamiento de las precipitaciones acumuladas anuales, cuando éstas aumentan, el desarrollo vegetativo es superior.

El área foliar está relacionada con la fructificación y la producción en ambos cultivares. El aumento del área foliar por árbol y la disminución del área foliar por volumen de copa, contribuyeron fundamentalmente al incremento de la fructificación (número de frutos por árbol) y la producción (kg de frutos por árbol).

## BIBLIOGRAFÍA

- León, M.; Pérez, M.; Soto, E.; Avilán, L. y Gutiérrez, M. A. Fenología de la naranja 'Valencia' sobre tres patrones en Yumare, estado Yaracuy, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 2009, vol. 9, no. 2, pp. 347-355. ISSN: 1317-9152.

2. Rivas, F.; Bernal, R.; Bertalmío, A.; Buenahora, J.; Goñi, C.; Lado, J.; Pérez, E.; Otero, A. y Mara, H. La Citricultura Bajo Estrés. Un Enfoque Integral. *Revista INIA*, 2009, no. 17, pp. 68-72. ISSN: 0718-5820.
3. Orduz, J.; Hernán, J. y Fischer, G. Comportamiento fenológico de la mandarina 'Arrayana' en el piedemonte del meta, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 2010, vol. 28, no. 1, pp. 63-70. ISSN: 0120-9965.
4. Ramos, R.; Vasconcelos, R.; Caruso, E. y Silverio, R. Seasonal variation in vegetative growth of Hamlin sweet orange grafted on Swingle citrumelo plants, in Limeira, São Paulo State. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 2010, vol. 32, no. 3, pp. 539-545. ISSN: 1807-8621.
5. Park, S. J. Dry weight and carbohydrate distribution in different tree parts as affected by various fruit-loads of young persimmon and their effect on new growth in the next season. *Sci. Hortic.*, 2011, vol. 130, pp. 732-736. ISSN: 0304-4238.
6. Marschner, P. (ed.). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3th ed. Boston: Elsevier/Academic Press 2012. 643 pp. ISBN: 0123849055, 9780123849052.
7. Fischer, G.; Almanza-Merchán, P. J. y Ramírez, F. Relación fuente-vertedero en especies frutales. Una revisión. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.*, 2012, vol. 6, no. 2, pp. 238-253. ISSN: 2011-2173.
8. Casierra-Posada, F. y Fischer, G. Poda de árboles frutales. En: Fischer, G. (ed.). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. 1ra ed. Bogotá: Produmedios, 2012. pp. 169-185.
9. Velazco, S.; Champo, O.; España, M. y Baret, F. Estimación del índice de área foliar en la reserva de la biosfera Mariposa Monarca. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 2010, vol. 33, no. 2. pp. 169-174. ISSN: 0187-7380.
10. Pereira, A. B.; Villa, N. A. y Alfaro, A. T. Water requirements of citrus and Apple trees affected by leaf area and solar energy. *Rev. Bras. Frut.*, 2009, vol. 31, no. 3, pp. 671-679. ISSN: 0100-2945.
11. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y Rivero, L. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana: AGRINFOR. 1999. 64 pp.
12. Pozo, L. V.; Lima, H.; Pérez, M. C. y Noriega, C. Metodología para la evaluación de números de flores, frutos y área foliar totales en árboles cítricos. *Citrusfrut*, 1994, vol. 12, no. 1-2, pp. 12-14. ISSN: 1607-5072.
13. Varela, M. Análisis Multivariado de Datos. Aplicación a las Ciencias Agrícolas. La Habana: Ediciones INCA, 1998. 58 pp. ISBN: 959-7023-04-0.
14. Tan Li, K.; Syvertsen, J. P. y Dunlop, J. Defoliation after harvest with a trunk shaker does not affect canopy light interception in orange trees. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 2006, vol. 119, pp. 187-189. ISSN: 0097-1219.
15. Gómez-Cadenas, A.; Tadeo, F.; Talón, M. y Primo-Millo, E. Leaf abscission induced by ethylene in water stressed intact seedling of Cleopatra mandarin requires previous abscisic acid accumulation in roots. *Plant Physiol.*, 1996, no. 12, pp. 401-408. ISSN: 0032-0889.
16. Phadung, T.; Krisanapook, K. y Phavaphutanon, L. Paclobutrazol, water stress and nitrogen induced flowering in 'Khao Nam Phueng' Pummelo. *Kasetsart J. (Nat. Sci)*, 2011, vol. 45, pp. 189-200. ISSN: 0075-5192.
17. RIAC. Bioclimatología. Una herramienta para el desarrollo del cultivo de los cítricos en Cuba y en las Américas. *Carta Circular*, 2006, no. 25, pp. 2-8.
18. Toebe, M.; Brum, B.; Lopes, S. J. y Filho, A. C. Estimate leaf area of *Crambe abyssinica* for leaf discs and digital photos. *Ciência Rural*, 2010, vol. 40, no. 2, pp. 475-478. ISSN: 0103-8478.
19. Mahouachi, J.; Iglesias, D. J.; Agustí, M. y Talón, M. Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations. *Plant Growth Regul.*, 2009, vol. 58, no. 1, pp. 15-23. ISSN: 0167-6903.
20. Agustí, M. *Fruticultura*. Madrid: Editorial Mundi-Prensa, 2010. 507 pp. ISBN: 978-84-8476-398-7.
21. Lopes, L. F.; Vasconcelos, R.; Ferraz de Oliveira, R. y Caruso, E. Variation of sap flow density and leaf water potential in the east and west side of the canopy of 'Valencia' sweet orange plant. *Rev. Bras. Frutic.*, 2010, vol. 32, no. 1, pp. 35-46. ISSN: 0100-2945.
22. Nave, R.; Silveira, C. G. y Gonçalves, C. Canonical correlations among chemical, physical and morphological characteristics of Xaraés palisadegrass under rotational grazing. *Sci. Agric.*, 2009, vol. 66, no. 2, pp. 270-275. ISSN: 0103-9016.

Recibido: 4 de octubre de 2013

Aceptado: 19 de junio de 2014

#### ¿Cómo citar?

Almenares Garlobo, Guillermo R.; Pèrez Hernández, María del C.; Torres de la Noval, Walfredo; Varela Nualles, Mario y Pavón Rosales, María I. Caracterización del desarrollo vegetativo y su relación con la fructificación y producción en naranjos [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 56-61. ISSN 1819-4087. [Consultado: \_\_\_\_]. Disponible en: <-----/>.