

EFFECTOS DE LA UREA FOLIAR SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS DEL NARANJO VALENCIA LATE.

Autores: Guillermo R. Almenares¹, María del Carmen Pérez², Walfredo Torres²

1. Empresa de Cítricos América Libre. Grupo Empresarial Frutícola (GEF). MINAG, Cuba

E-mail: guillermo@enet.cu

2. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). MES, Cuba

Introducción.

La floración en cítricos, es uno de los procesos fisiológicos determinante en el ciclo de formación de la cosecha. Este proceso ocurre luego de un período sin crecimiento de los árboles debido a bajas temperaturas en climas subtropicales o estrés hídrico en climas tropicales, (Pérez *et al.*, 2005 y Albrigo, 2006). En este último, los efectos inductivos asociados a las precipitaciones resultan determinantes y en aquellas localidades donde el riego no suple las necesidades hídricas se manifiesta cierta dispersión de la floración con máximos menos intensos (RIAC, 2006).

Los carbohidratos son un factor limitante en la formación de flores en cítricos, esta correlación se ha explicado por la hipótesis de Kraus - Kraybill, según esta la regulación potencial de la floración se debe a la relación carbono/nitrógeno, comprobándose que los carbohidratos y el nitrógeno (concentración de $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) influyen en el número de brotes florales y flores iniciadas (Lovatt *et al.*, 1992).

Recientemente se ha demostrado la efectividad técnica y económica de la fertilización foliar previa a las brotaciones reproductivas para suplir parte del nitrógeno vía suelo en cítricos y otros frutales. La urea foliar reduce las pérdidas de fertilizante, disminuye la salinidad del suelo, aumenta la disponibilidad de nitrógeno almacenado en las hojas y permite removilizarlo rápidamente hacia los órganos en desarrollo durante el período de brotación y floración (Miller *et al.*, 2008; Curretti *et al.*, 2009; Lima-Casta *et al.*, 2010; Martínez, 2010).

En Cuba, la inducción floral ocurre entre noviembre y diciembre, Pérez (1995) y la floración del naranjo 'Valencia Late' en la región de Contramaestre sucede entre febrero y marzo Almenares (2003), aunque los estímulos climáticos son insuficientes para inducir floración y se ha sugerido en aquellas variedades que florecen insuficientemente requieren tratamientos para aumentar la floración (Agustí, 2003), tales como: aplicaciones de estrés hídrico a finales de año, 2-cloroetilfosfónico vía foliar entre 500-1000 mg L⁻¹, Paclobutrazol (PBZ; 5-10 g planta⁻¹) en la zona de las raíces activas y la combinación de estrés hídrico con aplicaciones foliares de urea de bajo biuret (Pérez *et al.* 2005).

Estos resultados han servido para el mejoramiento de las tecnologías de producción en las regiones cítricas occidental y central del país. Sin embargo, no se cuenta con estudios en la región oriental, donde se encuentra el macizo cítrico de Contramaestre con 2 085 ha, en el que predomina el naranjo 'Valencia Late' con bajos niveles de floración, que constituye uno de los factores fisiológicos limitantes de la productividad.

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la urea foliar sobre la floración y productividad del naranjo 'Valencia Late' en las condiciones de la región oriental de Cuba.

Materiales y Métodos.

El estudio se realizó durante tres ciclos productivos en un campo comercial de naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), cv. 'Valencia Late' de 25 años de edad, injertado sobre patrón naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) a una distancia de plantación de 8 m x 4 m en un suelo Pardo mullido cálcico según Hernández *et al.* (1999), catalogado como *Feozem cálcico* en correlación con la "World Reference Base" (IUSS, Working Group WRB, 2008) ubicado a los 20°19'00" de latitud norte y los 76°16'22" de longitud oeste, perteneciente a la Empresa de Cítricos "América Libre" del municipio Contramaestre, provincia Santiago de Cuba.

Se ensayaron dos tratamientos de urea foliar al 1%, y al 0,5% y el control, mediante un diseño experimental con una distribución en bloques al azar, cuatro réplicas y cuatro árboles por réplica. El manejo fitotécnico se realizó según el esquema tecnológico de la empresa durante este período. Las aspersiones se ejecutaron durante la primera quincena de diciembre coincidiendo con el período de inducción floral, se utilizó una motomochila DM-9, el volumen final fue 10 L árbol⁻¹ y se añadió Tween 20 (0,05%) como agente surfactante.

Se cuantificó la cantidad de botones florales emitidos semanalmente desde el inicio del desarrollo de las flores hasta el final de la floración. En el momento de la floración plena se determinó la intensidad de la floración (Pozo *et al.*, 1994; Davies y Albrigo, 2004) y se clasificaron y cuantificaron los nuevos brotes en vegetativos, mixtos y florales (González, 1992). Para las cuantificaciones se utilizó un marco de 1/4 m² situado a 2/3 de la altura del árbol por cada uno de los puntos cardinales de la copa del árbol, según metodología descrita por Pozo *et al.* (1994).

Los parámetros de calidad interna de los frutos, se determinaron antes de la cosecha (noviembre) mediante un muestreo donde se tomaron cinco frutos por árbol; uno de cada punto cardinal de la copa y otro del centro. A cada fruto se le determinó: porcentaje de jugo, Sólidos Solubles Totales ('Brix) por refractometría, contenido de acidez titrable del jugo (%) y el Índice de Madurez según los métodos de ensayos (NC 77-11:1981; NC-ISO 2173:2001; NC-ISO 750:2001). Se determinó la cantidad de frutos por árbol y su masa fresca durante la cosecha realizada en diciembre y se calculó el rendimiento por unidad de superficie (t·ha⁻¹).

El procesamiento estadístico de los resultados se realizó mediante análisis de varianza ANOVA de un factor, comprobando la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente y las medias se compararon utilizando la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) para un nivel de significación del 5% (Rueza *et al.*, 2005). Se utilizó el programa estadístico SPSS® para Windows versión 11.5 (SPSS Inc., 2002).

Resultados y Discusión.

Floración.

Los tratamientos de urea foliar aplicados provocaron incrementos significativos sobre la intensidad de la floración emitida (Figura 1). La respuesta dependió de la dosis aplicada, los árboles tratados con urea foliar al 1% incrementaron la floración un 49% y los tratados con dosis de 0,5% un (36%) respecto a los árboles control.

Los resultados obtenidos, aunque inferiores desde el punto de vista cuantitativo concuerdan con los reportados bajo condiciones subtropicales por Lovatt *et al.* (1994) en naranjos 'Washington Navel' y Albrigo (2000) en naranjos 'Valencia Late' donde se combinó las aplicaciones de urea foliar con el estrés natural por bajas temperaturas durante el período inductivo y con los obtenidos en la región central de Cuba en pomelos 'Marsh' (Acosta *et al.*, 1993 y Blanco *et al.*, 1994) cuando se combinó con estrés hídrico. En todos los casos se

observó un incremento de la floración en correspondencia con los niveles foliares de nitrógeno medido como $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$.

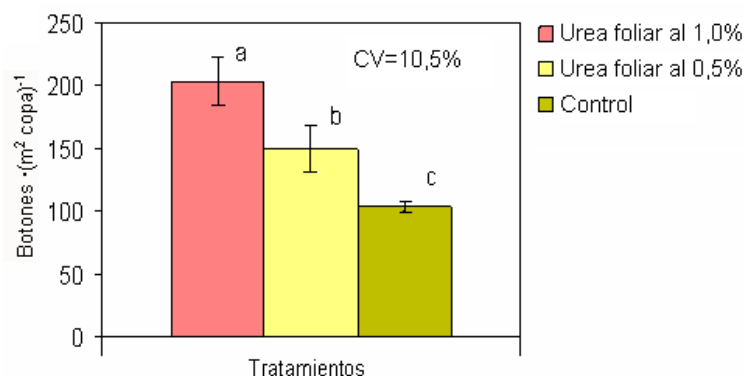


Figura 1. Efecto de la urea foliar sobre la intensidad de floración del naranjo 'Valencia Late'. Las barras representan la media \pm ES. Medias con iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS), $n=12$.

El incremento de la floración en las plantas tratadas sugiere un efecto estimulador de la urea foliar al posibilitar un incremento del estrés por bajas temperaturas en el subtrópico (Lovatt *et al.*, 1992; Albrigo, 2000) o hídrico en el trópico (Blanco *et al.*, 1994) durante el período de inducción, elevando la acumulación de amonio (combinación $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$). En estas condiciones se ha observado un aumento de otros compuestos reservorios de nitrógeno como la prolina en las paredes celulares, la que se sintetiza como respuesta al estrés por bajas temperaturas, hídrico o salino (Blanco *et al.*, 1994; El-Otami *et al.*, 2002; Ferguson y Grattan, 2005; Lima-Casta *et al.*, 2010; Martínez, 2010).

También se relaciona el efecto de la urea foliar sobre la floración a factores de demanda nutricional. En este sentido, Albrigo (2000); Miller *et al.* (2008) y Martínez (2010) coinciden en plantear que después de la diferenciación los nuevos brotes y estructuras reproductivas actúan como sumideros y necesitan transferencia de nutrientes móviles, esta recirculación de compuestos nitrogenados hacia zonas apicales ocurre en momentos de crecimiento simultáneo vegetativo y reproductivo mediante un mecanismo de regulación.

Parece razonable la existencia de un efecto combinado de la urea foliar aplicada durante la inducción sobre la floración, teniendo en cuenta la rápida absorción de la urea foliar a través de la cutícula, que según El-Otami *et al.* (2002) y Bondada *et al.* (2006) ocurre durante las primeras 48 horas del tratamiento y es superior en hojas de uno a tres meses de edad. El incremento de los niveles de nitrógeno provocado por la urea foliar, pudiera viabilizar en un primer momento el estrés a través del aumento de compuestos como prolina y en un segundo momento aumentar el flujo de compuestos nitrogenados de reserva hacia los nuevos brotes vegetativos y primordios florales.

Brotaciones.

La mayor proporción de brotes emitidos fueron vegetativos, tanto en los árboles tratados como en el control, con diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 2). Cuando se aplicó urea foliar al 0,5% la brotación vegetativa fue mayor que al aplicar urea foliar al 1% y que en las plantas control. La menor emisión de brotes vegetativos se observó en el tratamiento de urea foliar al 1%, sin embargo estos árboles alcanzaron la mayor emisión de brotes mixtos y florales.

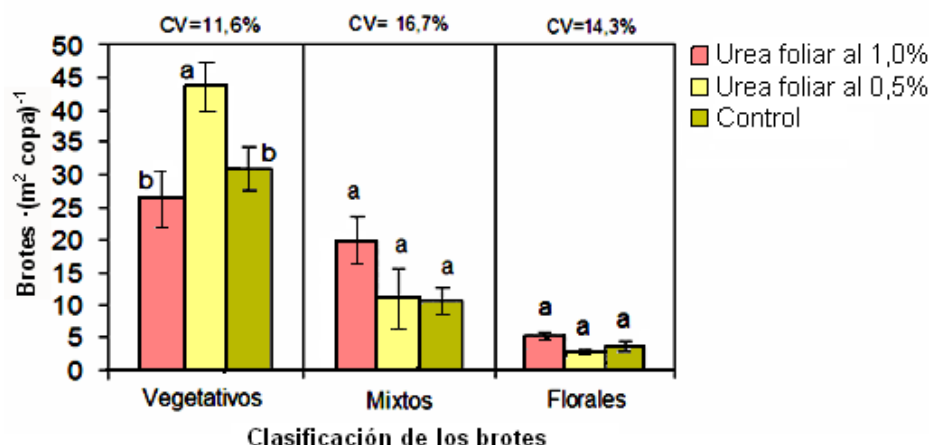


Figura 2. Efecto de la urea foliar sobre los brotes vegetativos, mixtos y florales del naranjo 'Valencia Late'. Las barras representan la media \pm ES. Medias con letras iguales en cada tipo de brote no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS), $n=12$.

La emisión de brotes mixtos varió entre 10,65 y 19,94 brotes \cdot (m²copa)⁻¹, las dosis de urea foliar no influyeron significativamente sobre estos resultados, aunque la mayor emisión de brotes mixtos se alcanzó como respuesta a las aplicaciones de urea foliar al 1%. Los brotes florales emitidos en todos los casos fueron inferiores a los vegetativos y mixtos, oscilando entre 2,70 y 5,36 brotes \cdot (m²copa)⁻¹ sin alcanzar significación estadística entre los tratamientos. Estos resultados coinciden con los encontrados en pomelo 'Marsh' en Ciego de Avila cuando se combinó el estrés hídrico con aplicaciones de urea foliar al 1% (Acosta *et al.*, 1993).

Calidad de los frutos y rendimiento.

Al analizar el efecto de los tratamientos sobre los parámetros de calidad interna de los frutos (Cuadro 1), se observa que los provenientes de los árboles tratados con urea foliar al 1% incrementaron significativamente el contenido de jugo, mientras que el índice de madurez fue similar a los frutos de árboles no tratados y significativamente superior a los provenientes del tratamiento de urea al 0,5%. Los Sólidos Solubles Totales (SST) y la acidez del jugo no manifestaron diferencias estadísticas, aunque valores ligeramente inferiores de SST fueron encontrados en los frutos de árboles tratados con urea foliar, donde la dosis de 0,1% disminuyó ligeramente el contenido de acidez del jugo.

Cuadro 1. Efecto de la urea foliar sobre los parámetros de calidad del jugo de frutos maduros del naranjo 'Valencia Late'. Cada valor es la media de 240 frutos.

Tratamientos	Contenido de Jugo (%)	Sólidos Solubles Totales (°Brix)	Contenido de acidez del jugo (%)	Índice de Madurez
Urea foliar al 1%	53,70 a	8,70	1,60	6,91 a
Urea foliar al 0,5%	44,63 b	8,70	1,95	6,23 b
Control	46,25 b	8,95	1,65	7,00 a
Esx	1,24*	0,20 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,36*
CV (%)	2,60	2,27	3,46	6,80

*Significativo al 5% de probabilidad y ^{ns}No significativo

Bajo estas condiciones de estudio, la urea foliar no mostró un efecto consistente sobre el contenido de SST en los frutos. Albrigo (2000) en Florida combinando tratamientos de urea foliar con el estrés por bajas temperaturas en naranjos 'Valencia Late' observó incrementos significativos en el contenido de SST de los frutos en árboles tratados. Las pequeñas diferencias en los tratamientos pudiera indicar que el total de carbohidratos disponible para los SST de los frutos de árboles tratados hayan estado en niveles ligeramente inferiores con respecto al control, asociado a la carga productiva de los árboles y los complejos mecanismos de acumulación y redistribución del nitrógeno en la copa de los árboles influenciado por las condiciones edafoclimáticas.

Al analizar el efecto de la urea foliar sobre la cantidad de frutos por árbol y el rendimiento final de la cosecha (Figura 3), se encontró que estuvieron en correspondencia con los niveles de floración mostrados en los distintos tratamientos.

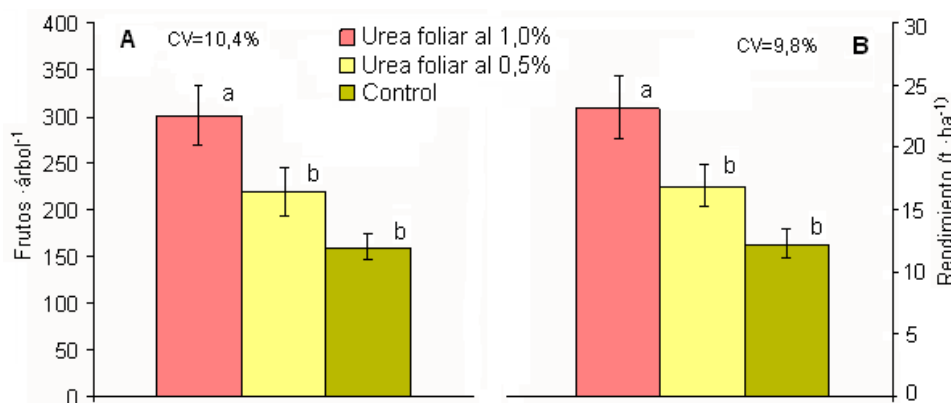


Figura 3. Efecto de la urea foliar sobre el número de frutos por árbol (A) y rendimiento (B) del naranjo 'Valencia Late'. Las barras representan la media \pm ES. Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS), $n=12$.

La cantidad de frutos por árbol y rendimiento aumentaron significativamente cuando se aplicó urea foliar al 1%, este último aumentó un 47,7% comparado con el tratamiento control, seguido de los árboles tratados con urea foliar al 0,5%, aunque sin diferencias significativas respecto a los que no se trataron.

Se observó en general, desde el punto de vista productivo, respuesta significativa del cultivar a las aplicaciones de urea foliar al 1%. Al parecer, la disponibilidad de nitrógeno en la parte aérea o su concentración en las hojas de los árboles control no fue suficiente para sustentar el rendimiento y sus componentes, y su adición a través de la urea foliar estimuló la producción del cultivo. Con relación a ese comportamiento, Davies y Albrigo (1994) plantean que el rendimiento en naranjos puede estar directamente relacionado con el total de botones florales producidos, aunque la mayoría de las flores no se fijen y las aplicaciones de urea foliar han estimulado el rendimiento como consecuencia del aumento de los brotes florales y flores por inflorescencia (Lovatt, 1992; Wright y Peña, 2002; Albrigo, 2002).

Se concluye que la urea foliar al 1% aplicada durante la inducción floral incrementó la intensidad de la floración un 49,0%, redujo la emisión de brotes vegetativos y acrecentó ligeramente la emisión de brotes mixtos y florales, aumentó el contenido de jugo de los frutos, y el rendimiento aumentó un 47,7% respecto a las plantas control.

Referencias

Acosta, J. M.; N. Nieves; C. Espinosa y J. González. Algunas consideraciones sobre el efecto de las aplicaciones de urea foliar en la floración del toronjo 'Marsh'. En: Memorias II Simp. Int. Sobre Sistemas de Producción en Cítricos. México. Univ. Autónoma de Chapingo. p. 184-190. 1993.

Albrigo L. G. Foliar uptake of N-P-K Sources and urea biuret tolerance in Citrus. *Acta Hort. (ISHS)* [en línea], 31 noviembre 2002 vol. 594 [Consulta: 16 octubre 2010]. 627-633. Disponible en: http://www.actahort.org/books/594/594_84.htm. ISSN 0567-7572.

Albrigo, L. G. Efectos de aplicaciones foliares de urea o nutriphite en el florecimiento y producción de naranjas de Valencia. [en línea], 2000 [Consulta: 18 octubre 2010]. <http://www.fertilizando.com/articulos/Efectos%20Aplicaciones%20Foliares%20Urea%20en%20Naranjas.asp>.

Albrigo, L. G. Efectos del clima en la floración, cuajado, tamaño y calidad de los cítricos. *Carta Circular RIAC*, 25: 9 -10, 2006.

Agustí, M. Citricultura. 2^{da} Edición. Madrid. Ed. Mundi-Prensa, pp. 422, 2003.

Almenares, G. R.; R. Prada y D. Fajardo. Caracterización del período de floración y abscisión de estructuras reproductivas en (*Citrus sinensis* (L.) Osbek) cv. 'Valencia Late' y 'Washington Navel' bajo las condiciones bioclimáticas de Contramaestre. Informe Final Proyecto Territorial 1506, 47 p. 2003.

Blanco, M. A.; N. Nieves; C. G. Borroto; J. L. González; J. F. Acosta y A. Peña. Contenido de carbohidratos y amonio en hojas de toronjo 'Marsh' sometidas a estrés hídrico. En: Resúmenes Conf. Cient. Int. XV Aniv. del ISACA. Ciego de Avila, p. 20. 1994.

Bondada, B. R.; P. D. Petrcek; J. P. Syvertsen; L. G. Albrigo. Cuticular penetration characteristics of urea in citrus leaves. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, (81): 2, p. 219–224. 2006.

Curetti, M. y E. Sanchez. Aplicaciones foliares de urea en árboles de frutales [en línea]. 2009 [Consulta: 18 octubre 2010]. Cultivos intensivos. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Urea-En-Frutales.asp>

Davis, F. S. and L. G. Albrigo. Citrus. Crop Productions. *Science in Hort.* CAA Int. 254 pp. 1994.

Davis, F. S.; G. R. Zalman. Fruit quality sampling of 'Valencia' orange trees. Proc. Of the Florida State Hort. Soc. 117: 86-88. 2004.

El-Otami, M.; A. Ait-Oubahou; F. Zahra; C.J. Lovatt. Efficacy of foliar urea as and N source in sustainable Citrus Production Systems. *Acta Hort. (ISHS)* [en línea], 31 noviembre 2002 vol. 594 [Consulta: 16 octubre 2010]. 611-617. Disponible en: http://www.actahort.org/books/594/594_82.htm. ISSN 0567-7572.

Hernández, A., J. M. Pérez, D. Bosch y L. Rivero. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ed. AGRINFOR. La Habana. 64 pp. 1999.

IUSS, Working Group WRB. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 103. Roma: FAO, p. 117. 2008.

Ferguson, L. and S. R. Grattan. How salinity affects citrus: Osmotic effects and specific ion toxicities. *Horttechnology*. 15: 95-99. 2005.

Lima-Costa, M.E.; S. Ferreira; A. Duarte; A. L. Ferreira. Alleviation of salt stress using exogenous proline on a Citrus cell line. *Acta Hort. (ISHS)* [en línea], 30 de junio 2010, vol. 868 [Consulta: 18 octubre 2010]. 109 - 112. Disponible en: http://www.actahort.org/books/868/868_10.htm. ISSN 0567-7572.

Lovatt, J. C.; O. Sagee; A. G. Ali; Y. Zheng y C. M. Protacio. Influencia do nitrogênio, carboidratos e reguladores de crescimento de plantas no florescimento, frutificação e produção de citros. En: Anais Segundo Seminário Internacional de Citros. São Paulo. Fundação Cargill. p. 27-42. 1992.

Lovatt, J. C.; O. Sagee and A. G. Ali. Ammonia and/or its metabolites influence flowering, fruit set, and yield of the Washington Navel Orange. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 1: 412-416. 1994.

González, J. Los reguladores del crecimiento y la floración de los cítricos bajo condiciones tropicales. Resumen de Tesis (Doctor en Ciencias Agrícolas). Universidad Central de Las Villas. 100 p. 1992.

Martínez, B. Estudio de la absorción y translocación del nitrógeno en cítricos en función del aporte estacional del abono nitrogenado, mediante la técnica de dilución isotópica. *Tesis de Doctorado*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, p. 53-106. 2010.

Miller, A. J.; X. Fan; Q. Shen; S. J. Smith. Amino acids and nitrate as signal for the regulation of nitrogen acquisition. *J. Exp. Bot.*, (59): 111–119. 2008.

NC 77-11:1981. Métodos de Ensayo. Frutos y Vegetales Naturales. 4 pp.

NC-ISO 2173:2001. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Código refractométrico. (ISO 2173:1978, IDT). 9 pp.

NC-ISO 750:2001. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación de la acidez valorable. (ISO 750:1998, IDT). 9 pp.

Pérez, M. C. Aspectos fisiológicos y rendimiento de los cítricos. En: Curso Integral de Citricultura. La Habana, IIC. 14 p. 1995.

Pérez, M. C., C. D. Sánchez, M. E. García y J. L. Olmedo. La bioclimatología como una herramienta para el desarrollo del cultivo de los cítricos. La experiencia cubana. Informe Final. IIFT, 15 p. 2005.

Pozo, L. V.; H. Lima; M. C. Pérez y C. Noriega. Metodología para la evaluación de números de flores, frutos y área foliar totales en árboles cítricos. *CitriFrut* 12 (1-2): 12-14, 1994.

RIAC - Grupo de Trabajo sobre Bioclimatología y Manejo de la Producción en Cuba. Bioclimatología. Una herramienta para el desarrollo del cultivo de los cítricos en Cuba y en las Américas. *Carta Circular RIAC*. 25: 2-8. 2006.

Ruezga, I.; E. Peña; I. Expósito; D. Gardón. Libro de Experimentación Agrícola. Ed. Universitaria. La Habana. ISBN: 959-16-0351-7. 116 p. 2005.

SPSS Inc. Web site at <http://www.spss.com>. 2002.

Wright, G. C. y M. Peña. Foliar applications of Low-Biuret Urea and Potassium Phosphite to Navel Orange trees [en línea]. EEUU: University of Arizona, 2002 [Consulta: 16 julio 2010]. College of Agriculture and Life Sciences. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1303>