



#### Resumen

El trabajo se orientó hacia la evaluación de la respuesta fisiológica del lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale). Para esto se emplearon tres tratamientos con fertilización orgánica (bocashi, mezcla bocashi + biol y biol), y uno con síntesis química (18-18-18), mediante la descripción de variables físicas y fisiológicas, con el fin de establecer el desarrollo y crecimiento óptimo de la planta durante tres intervalos. Se realizaron tres muestreos en diferentes estadios fisiológicos de la planta seleccionando una por cada parcela. Las variables físicas analizadas fueron biomasa seca y área foliar, y las fisiológicas: índice de área foliar, tasa de crecimiento, tasa relativa de crecimiento y tasa de asimilación neta. Se utilizó, al azar, un diseño de bloques completos, con análisis de varianza y prueba de Duncan. Los resultados obtenidos en masa seca fueron altamente significativos; en las variables fisiológicas no se hallaron diferencias. En todos los tratamientos, las mejores respuestas fueron evidentes en la aplicación de abono de síntesis química, seguida por la mezcla de bocashi + biol, la más eficiente económicamente.

Palabras clave: crecimiento, desarrollo, fisiología, bocashi, biol

#### Abstract

This work was directed to evaluate the lulo's (*Solanum quitoense* Lam. var. septentrionale) physiologic answer. They were used three treatments with organic fertilization (bocashi, bocashi + biol mix and biol), and a fourth one with chemical synthesis (18-18-18), using the description of physical and physiological variables to establish the plant's optimum development and growth during three time-intervals. Three sampling were made at various physiological stages of the plant selecting a plant for each plot. The physical analyzed variables were dry biomass foliar area, and the physiological variables were index of foliar area, growth rate, relative growth rate and net assimilation rate. It was used a design of full blocks at random with variance analysis and proof of Duncan. The results in dry mass were highly significant, whereas in the physiological variables there were no differences. In all treatments the best response was given by the implementation of chemical synthesis fertilizer, followed by the mixture of bocashi + biol, which was the most economical.

Keywords: growth, development, physiology, bocashi, biol

<sup>1</sup>Ph D (c) en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Esp. Frutales de Clima Frio. Ing. Agrónomo. e-mail: ppc@gmail.com.

<sup>2</sup>M.Sc. en Ciencias Ambientales. Ing. Agrónomo. e-mail: pserranocely@gmail.com

<sup>3</sup>Ing. Agropecuario. e-mail: oscarcm09@yahoo.es.

## Respuesta Fisiológica

# del lulo

(*Solanum quitoense* Lam.)  
a la fertilización orgánica en  
Tinjacá, Boyacá

Por: **ALMANZA, Pedro<sup>1</sup>**  
**SERRANO, Pablo<sup>2</sup>**  
**CASTRO, Oscar<sup>3</sup>**

## INTRODUCCIÓN

**E**l lulo (*Solanum quitoense* Lam.) es una planta originaria de los bosques de la región subtropical de los Andes Ecuatorianos, se adapta a climas montañosos suaves, donde se cultiva y cosecha para consumo interno; lo poseen en estado silvestre, especialmente Colombia, Ecuador y Perú (Pérez, 2000). Ha sido considerado como una fruta agroindustrial promisorio, según el censo realizado por el DANE (2004) entre el segundo semestre de 2003 y el primero de 2004. Esto se debe a su alto valor nutricional, sabor y apariencia, por lo cual muchas solanáceas exóticas son muy apetecidas en Europa (Huyskens-Keil et al., 2001). En el país, la producción de la fruta refleja un incremento del 2,6% anual según los registros de 1995 hasta el 2000 (Torres, 2002); en parte porque se está empleando como alternativa a los cultivos ilícitos (Múnera, 2002) y debido también a su incremento en el consumo a nivel agroindustrial (Morales et al., 2002). Actualmente se siembran cerca de 5.750 ha (Corporación Colombia Internacional, 2006).

La producción en Colombia está concentrada en la Región Andina en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Tolima, Huila, Cundinamarca y Boyacá; en el sur se cultiva en los departamentos del Valle, Cauca, Nariño y Putumayo (Casierra et al., 2004). Comercialmente se da en

alturas comprendidas entre los 1200 a los 2200 msnm. Requiere de días cortos, ambiente húmedo sombreado y temperaturas entre 16 a 22 °C, no soporta heladas, las noches deben ser largas con nubosidad casi permanente, necesita precipitación entre 1.500 a 2.500 mm bien distribuidos. Los suelos deben ser de textura franca, profundos, de fácil drenaje, con alto contenido de materia orgánica, buena capacidad de retención de humedad y pH. 5,2 y 5,8 (Pérez, 2000).

El crecimiento es definido como el aumento de materia seca, mientras que el desarrollo se concibe como un cambio ordenado hacia un estado superior, donde se presentan cambios graduales o abruptos, causados por los sucesos que se presentan en la planta (Almanza, 2000; Uribe, 1991). Los modelos utilizados para cuantificar el crecimiento de un organismo en función del tiempo, se representan por una curva de crecimiento sigmoideal, ideal para plantas anuales y perennes en donde se pueden detectar tres fases principales: una logarítmica o etapa juvenil, la lineal o de madurez y la senescencia (Salisbury y Ross, 2000).

La producción vegetal depende del suelo, clima, nutrición y manejo, entre otros factores que determinan la calidad y cantidad de la cosecha (García, 2006). La aplicación, de enmiendas orgánicas u orgánico minerales, tanto líquidas como sólidas, tienen la característica de ser fuente de elementos minerales que contienen una microbiología heterogénea y un complejo de moléculas orgánicas, producto de la descomposición, fermentación y mineralización de la materia orgánica, que favorecen a la planta en la absorción rápida de elementos nutricionales.

La información disponible sobre fisiología del lulo y su comportamiento con fertilización orgánica es deficiente. Con la presente investigación se busca conocer la respuesta fisiológica del lulo a la fertilización orgánica sólida y líquida en el municipio de Tinjacá, Boyacá.



Los modelos utilizados para cuantificar el crecimiento de un organismo en función del tiempo, se representan por una curva de crecimiento sigmoideal, ideal para plantas anuales y perennes

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante el segundo semestre del año 2005 y el primero del 2006, en la finca Mata de caña de la Vereda de Siativa, Municipio de Tinjacá, Departamento de Boyacá, ubicado a 5°32'4" L N y 73° 4' 23" L W, a una altura de 2600 msnm, con temperatura media anual de 14°C y precipitación anual de 1400 mm (IGAC, 1998).

Se destinó un área de 1442 m<sup>2</sup>, dividiéndola en cuatro parcelas de 12 m de largo por 8 m de ancho, en cada una se establecieron nueve plantas con distancias de 3 m entre surcos y 2 m entre planta, para un total de 27 plantas por tratamiento y, 240 para todo el experimento. La incorporación de abono químico 18-18-18 (Testigo, T0); el tratamiento 1 (T1), abono orgánico mineral fermentado sólido (bocashi), se realizó de acuerdo con el diagnóstico, la interpretación y las recomendaciones emitidas por el análisis de suelos. La aplicación de abono orgánico mineral fermentado líquido, Biol (tratamiento 3, T3) y la mezcla bocashi + biol (tratamiento 2, T2), se hizo bajo los parámetros establecidos por Restrepo (2000). Se evaluaron las variables físicas y fisiológicas, según la metodología propuesta por Chaparro y Orozco (1995). La variable física determinada fue biomasa seca (MS) y las fisiológicas: índice de área foliar (IAF), tasa absoluta de crecimiento (TAC), tasa relativa de crecimiento (TRC) y tasa de asimilación neta (TAN); a los 210, 270 y 330 días después de siembra (dds), tomando tres plantas por surco, seleccionadas al azar de la parte central. El área de las hojas se determinó mediante un medidor de área foliar Li-Cor 3000, el secado se realizó en una estufa a 75°C (Memmert UB500) durante 72 horas.

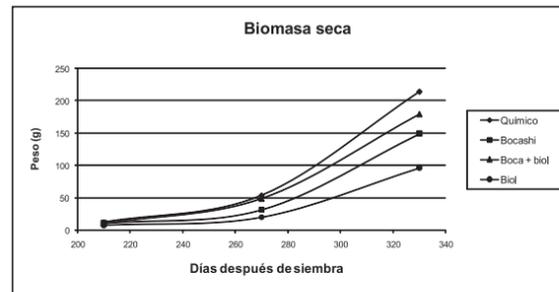
Se utilizó al azar un diseño de bloques completos con 4 tratamientos. La información obtenida fue objeto de análisis de varianza, se hizo una prueba de Duncan con comparación de promedios (alfa = 0,05) para tratamientos; los cuales se graficaron en función del tiempo. Todas las variables estudiadas se procesaron utilizando el software SAS (Statistical Analytical System for Windows TM).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### VARIABLES FÍSICAS

#### Biomasa seca de la planta

En la figura 1 se puede observar que a los 210 días, el promedio por tratamientos de la biomasa seca, estuvo entre 7,67 y 12,06 g, mientras que a los 270 días obtuvo valores desde 20 y 53,71 g, para alcanzar, a los 330 días un peso seco desde 96,43 a 214,17g. La mayor ganancia en biomasa la obtuvo el abono químico (214,7 g), seguido por la fertilización con la mezcla bocashi y biol (149,33 g), bocashi (179,53 g), mientras que el menor resultado, en materia seca lo arrojó la fertilización con Biol,



96,43 g.

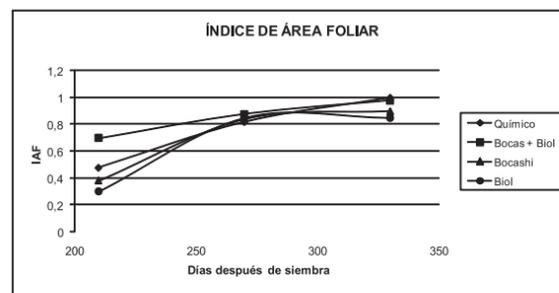
**Figura 1.** Comportamiento del peso de la biomasa seca de la planta de lulo fertilizado con abonos orgánicos y químico, bajo condiciones de Tinjacá, Boyacá.

La fertilización con abono químico 18-18-18 presenta diferencias altamente significativas con los tratamientos donde se aplicaron fertilizantes orgánicos (Bocashi y Biol), pero no con la aplicación de la mezcla Bocashi y Biol. Los resultados concuerdan con las investigaciones realizadas por García (2006), quien manifiesta que la mezcla es eficiente para lograr producciones económicamente rentables. Debido a que es un abono orgánico que contiene una gran riqueza en microorganismos facilitadores para la absorción de nutrientes. Además, mejora la textura y estructura del suelo y contiene macro y microelementos básicos para el crecimiento de los vegetales; que por su forma molecular son fácilmente disponibles para las plantas.

## VARIABLES FISIOLÓGICAS

### Índice de área foliar

A medida que el índice de área foliar se incrementa, hay mayor posibilidad de intercepción de luz y por tanto, se aumenta la fotosíntesis neta, hasta alcanzar un valor crítico. Se encontró que en todos los tratamientos el IAF aumentó en forma constante. En la figura 2, se observa que a los 210 dds las plantas fertilizadas con bocashi + biol, presentan el mayor índice de área foliar (0,70), seguido por el tratamiento de abono químico (0,48), mientras que



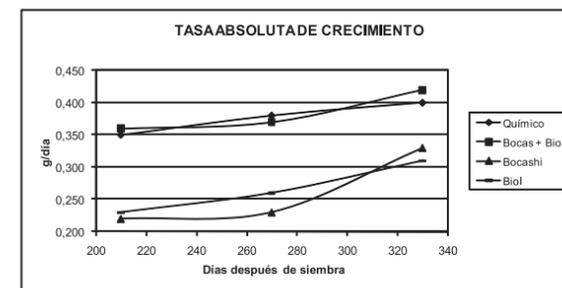
**Figura 2.** Comportamiento del Índice de área foliar (IAF) del lulo fertilizado con abonos orgánicos y químico, bajo condiciones de Tinjacá, Boyacá.

la relación área de hojas/área del suelo, en el tratamiento con biol es menor (0,30). De acuerdo con Salisbury y Ross (2000), la producción de materia seca por unidad de superficie es pequeña durante la fase inicial del crecimiento de la planta, debido al poco desarrollo del área foliar, lo que origina IAF bajos en las primeras mediciones.

A los 330 dds con la aplicación de abono 18-18-18, el lulo alcanzó el mayor índice de área foliar (1,00), siendo este tratamiento el que desarrolló mejores estructuras fotosintéticas frente al espacio que ocupa. En tanto que la mezcla Bocashi y biol obtuvo un índice de 0,98: el Bocashi, 0,90 y el de Biol con un IAF de 0,84. Teniendo en cuenta que el IAF no es estático en un cultivo sino que cambia de acuerdo con las condiciones agroclimáticas, especialmente de luminosidad, pues a medida que se aumenta el área foliar, la producción sube hasta alcanzar un valor máximo. El exceso de IAF disminuye la producción, pues una vez se alcanza el valor crítico no hay incremento de la fotosíntesis; esto se manifiesta fisiológicamente en una mayor tasa de traslocación de fotoasimilados hacia los vertederos (Barraza et al., 2004; Gómez et al., 1999; Fogg, 1967).

### Tasa absoluta de crecimiento

La tasa absoluta de crecimiento (TAC), describe el crecimiento en materia seca en un intervalo de tiempo, con relación al inicial. La TAC en lulo presentó un comportamiento de crecimiento constante (figura 3), los tratamientos: abono de síntesis química (18-18-18) y la mezcla de abono orgánico (Bocashi y Biol) mostraron tendencia o muy semejante, iniciando con 0,35 y 0,36 g/día, respectivamente. A los 210 y los 330 dds alcanzaron valores de 0,40 y 0,42 g/día.



**Figura 3.** Comportamiento de la tasa absoluta de crecimiento de plantas del lulo fertilizado con abonos orgánicos y abono químico, bajo condiciones de Tinjacá, Boyacá.

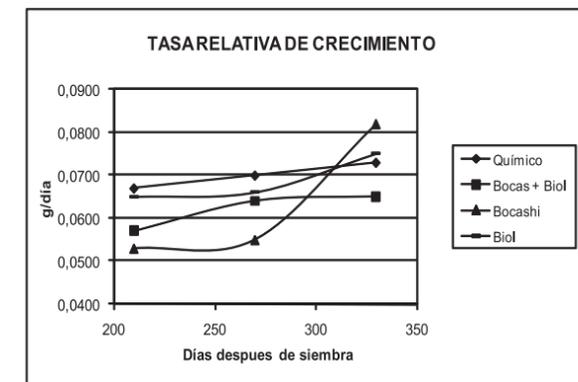
Los tratamientos de Bocashi y de Biol mostraron una tasa de crecimiento significativamente menor respecto a la mezcla y al químico. Estas variaciones se ven influidas según Pineda (2000), por la cantidad de asimilados que se encuentran en las hojas; dependiendo de la temperatura ambiente e interna de la planta y de luminosidad, lo mismo que del

genotipo de la planta y su relación con el medio ambiente, que tiene gran influencia sobre la velocidad del crecimiento (Azcón-Bieto y Talón, 1993).

### Tasa relativa de crecimiento

La tasa relativa de crecimiento TRC, se refiere al crecimiento en biomasa seca a partir de un gramo de masa seca de la planta en un intervalo de tiempo, con relación al inicial. Según Salisbury y Roos (2000), la TRC de las células depende de varios factores relacionados entre sí, como la conductividad de las paredes y membranas respecto al contenido hídrico de las células.

La TRC en todos los tratamientos, como se muestra en la figura 4, presentó desde el inicio un aumento progresivo. Se observa que a los 210 dds, la fertilización con abono químico generó la mayor tasa (0,067 g/g día), mientras que el menor fue el tratamiento con aplicación de biol (0,065 g/g día). Desde los 270 hasta los 330 dds, la respuesta en crecimiento a partir de un gramo, en masa seca, con la aplicación de bocashi fue significativa, logrando la mayor ganancia con 0,082 g/g día, seguido por la fertilización con biol; 0,075 g/g día.



**Figura 4.** Comportamiento de la tasa relativa de crecimiento de plantas del lulo fertilizado con abonos orgánicos y químico, bajo condiciones de Tinjacá, Boyacá.

Esto sugiere que las plantas fertilizadas con bocashi, a través del tiempo, son más eficientes en la producción de biomasa respecto a las fertilizadas con los otros métodos. Lo anterior, posiblemente se debe a que la descomposición es lenta y a medida que se descomponen los residuos orgánicos del abono, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos de acuerdo con las necesidades de la planta. En todos los tratamientos, a partir de los 210 dds, el comportamiento de la TRC sigue una tendencia acorde con lo observado en el crecimiento de plantas de tipo determinado, ya que tienden a alcanzar valores altos, hasta llegar a un límite en el cual comienzan a descender con la edad (Jarman et al. 1999, 2006).



A medida que el índice de área foliar se incrementa, hay mayor posibilidad de intercepción de luz y por tanto, se aumenta la fotosíntesis neta, hasta alcanzar un valor crítico.

## Tasa de asimilación neta

La TAN, es la eficiencia de la planta como sistema asimilatorio, o la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo. En la figura 5, se muestra el índice de eficiencia o comportamiento de la media fotosintética de las hojas,

desde los 210 hasta los 330 dds. Las fertilizaciones realizadas con químico, la mezcla bocashi-biol y el enriquecimiento orgánico con bocashi presentaron un nivel constante relativo, que de acuerdo con Hunt (1982, 2003), puede ser modificado por fluctuaciones medioambientales durante el proceso de crecimiento y desarrollo de las plantas.

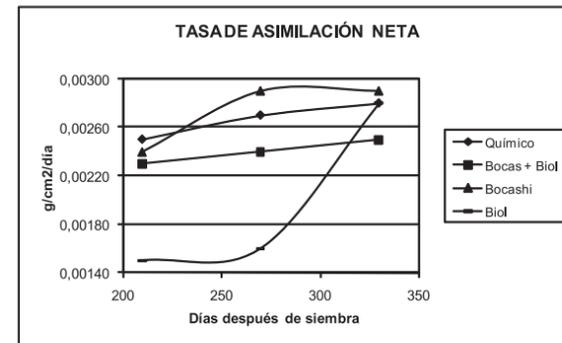


Figura 5. Comportamiento de la tasa de asimilación neta (TAN) de plantas del lulo fertilizado con abonos orgánicos y químico, bajo condiciones de Tinjacá, Boyacá.

El desarrollo es concordante con un área fotosintética más amplia y en consecuencia, será la de mayor eficiencia en la síntesis de fotoasimilados por unidad de área. Esto se presentó en la fertilización realizada con bocashi (0,0024 g/cm<sup>2</sup>-día, a los 210 dds hasta 0,0029 g/cm<sup>2</sup>-día, a los 330 dds), sugiriendo una mayor eficiencia en la absorción de elementos minerales presentes en el abono orgánico. Jarma (2006), menciona que esto es consecuencia de la radiación solar, mientras que Defilipis (2003), asegura que el crecimiento de la TAN se hace evidente por un rápido desarrollo radicular. Lo anterior explicaría el comportamiento de la TAN ocurrido de 0,0016 g/cm<sup>2</sup>-día en el día 270 hasta 0,0028 g/cm<sup>2</sup>-día a los 330 dds, como la respuesta del lulo a la fertilización realizada con biol.

## CONCLUSIONES

- En la variable biomasa seca, el mejor comportamiento lo presentó la fertilización de síntesis química, seguido por el tratamiento bocashi + biol.
- Las variables fisiológicas TAC, TRC y TAN produjeron las mejores respuestas a las aplicaciones con fertilización orgánica con el tratamiento de bocashi, seguido por la fertilización química.
- En todas las variables físicas y fisiológicas evaluadas, la aplicación de abono orgánico líquido mineral (biol), mostró el menor comportamiento.

# Instituto de Investigaciones Científicas - Inicien Revista: "Cultura Científica"

## Instrucciones para autores

### 1. Política editorial

Cultura Científica es una publicación con artículos científico-técnicos interdisciplinarios-transdisciplinarios dirigida por el Instituto de Investigaciones Científicas-Inicien que presenta y socializa esfuerzos investigativos de la JDC, obedeciendo a su tarea institucional.

Su misión es incorporar en la cultura regional procesos académico-científicos y tecnológicos razonables y útiles capaces de contribuir con un equilibrio vital y de bienestar. Sus artículos tomados de las ciencias básicas, sociales, humanas y aplicadas, complementan periódicamente el interés y la preocupación por ofrecer información razonable. Para que dicha tarea sea posible, la revista optó por una forma de presentación y diseño (fotografía y policromía) que apoya el deseo de instalar más, la cultura científica en la región.

De otra manera, su contenido, presentación y diseño ayudan en la construcción de una identidad científica Institucional e igualmente miden el profesionalismo y las potencialidades de sus investigadores, quienes, someten resultados e ideas a la discusión crítica.

Periodicidad de la revista: anual

### 2. De los artículos

El escrito debe ser presentado según las instrucciones preestablecidas. Será evaluado por tres árbitros temáticamente expertos; dos externos y uno interno, quienes aconsejarán la conveniencia o no del escrito. Si se propone su publicación, el autor del mismo, procederá a corregirlo en el tiempo que el Director-Editor establecerá. El comité editorial, se reserva el derecho de publicación.

### 3. Instrucciones para los autores:

Cultura Científica, publica solamente artículos inéditos. En concordancia con lo requerido por el programa Publindex de Colciencias:

- a. Artículo de investigación científica y tecnológica
- b. Artículos de opinión
- c. Artículo de revisión

a. Artículo de investigación científica y tecnológica. Es un documento que presenta de manera detallada los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura generalmente utilizada tiene doce partes esenciales: título, autor, abstract y resumen, palabras clave, introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, agradecimientos, literatura citada, tablas, figuras y fotografías.

•Título: debe indicar en forma inequívoca y con las palabras estrictamente necesarias el contenido exacto del trabajo. Contendrá el índice (1) de llamado de pie de página para indicar alguna nota alusiva a la realización del trabajo.

•Autor: se indicarán apellido y nombre de (los) autor(es) en orden alfabético. Con llamada de pie de página se debe indicar la institución correspondiente al (los) autor(es), incluyendo dirección electrónica.

•Abstract y resumen: el resumen debe ser una condensación informativa pero comprensiva del contenido del artículo, con un máximo de 250 palabras. Debe darse una versión en inglés que sirva como Abstract y otra en español. Las versiones en español e inglés deben ser idénticas.

•Palabras clave: cinco como máximo, no usadas en el título, para la identificación rápida de los temas tratados. Deben incluir nombres comunes y científicos de especies y sustancias.

•Introducción: la redacción debe ser muy corta y objetiva; debe indicar claramente el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con los trabajos relevantes (propios o de otros autores). No debe incluir expresiones de agradecimiento.

•Materiales y métodos: los materiales y métodos utilizados en un trabajo de investigación requieren de una descripción completa y concisa con el fin de que puedan ser reproducibles. Si las técnicas o procedimientos ya han sido publicados sólo deberá mencionarse la fuente bibliográfica.

•Resultados: deben presentarse de forma lógica, objetiva y secuencial mediante textos, tablas y figuras; los dos últimos de fácil lectura e interpretación autónoma, aunque deben citarse siempre en el texto. Las gráficas serán bidimensionales y a color. En caso de ser necesario estarán sustentadas por cálculos estadísticos.

•Discusión: debe ser breve y limitarse a los aspectos significativos del trabajo y debe incluir las conclusiones. Si a juicio del Autor y si la naturaleza del trabajo lo permite, los resultados de la discusión pueden presentarse en conjunto bajo el título general de Resultados y Discusión.

•Conclusiones: obligatorias para artículos tipo A y opcional para artículos tipo B y C. Se relacionan los hallazgos más concluyentes de la investigación, que constituyan un aporte significativo para el avance del campo temático explorado; además deben servir de base para futuras investigaciones.

•Agradecimientos: se deben incluir los nombres de las instituciones y personas que colaboraron en la realización del trabajo de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALMANZA, P. 2000. Fisiología vegetal. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Tunja 177 p.
- AZCON-BIETO, J. y TALÓN, M. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, Madrid. 581 p.
- BARRAZA, F., FISCHER, G. y CARDONA, C. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el Valle del Sinú medio, Colombia. *Agronomía Colombiana* 22 (1), 32-39 p.
- CASIERRA-POSADA, F., GARCÍA, E. y LÜDDERS, P. 2004. Determinación del punto óptimo de cosecha en el lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. *quitoense* y *septentrionale*). *Agronomía Colombiana* 22 (1), 32-39 p.
- CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL (CCI). 2006. Perfil del producto, inteligencia de mercados: lulo. En: <http://www.cci.org.co>, 15 p.; consulta: septiembre de 2008.
- CHAPARRO, A. y OROZCO, M. 1995. Fisiología vegetal práctica. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Guía de laboratorio. 2 p.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). 2004. I Censo Nacional de 10 Frutas Agroindustriales y Promisorias. Bogotá. 305 p.
- DEFILIPIS, C., PARIAN, S. y JIMÉNEZ, A. 2003. Caracterización del crecimiento de plántulas de Brassica rapa var. Pequinensis en contenedores. Universidad Nacional de Lujan, Argentina. <http://www.unlu.edu.ar/riego/plantines%20brassica-2003jct.doc>; consulta: junio de 2008.
- FOGG, G. 1967. El crecimiento de las plantas. Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA). 327 p.
- GARCÍA, F. 2006. Interacción entre microorganismos, estructura del suelo y nutrición vegetal. EN: *Cultura Científica*. FUJC. Tunja. 48-55 p.
- GOMEZ, C., BUITRAGO, C., CANTE, M. y HUERTAS, B. 1999. Ecofisiología de papa (*Solanum tuberosum*) utilizada para consumo fresco y para la industria. *Revista Comalfe* 26 (1-3), 42-55 p.
- HUYSKENS-KEIL, S., PRONO-WIDAYART, H., SCHREINER, M. y LÜDDERS, P. 2001. Effect of surface coating and film packing on the keeping quality of solanaceous crops (*Solanum muricatum* Ait, *Solanum quitoense* Lam). *Acta Hort.* 553, 621-625 p.
- HUNT, R. 2003. Plant growth analysis: individual plants. En: Thomas, B., D. Morphy y D. Murria (eds.). *Encyclopaedia of Applied Plant Sciences*. Academic Press, London. 579-588 p.
1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Publishers Ltd., Londres. 67 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1998. Diccionario Geográfico de Colombia. Tomo 4.
- JARMA, A., BUITRAGO, C. y GUTIERREZ, S. 1999. Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Blue lake) a tres niveles de radiación incidente. *Revista Comalfe* 26 (1-3), 62-73 p.
- JARMA, A., RENGIFO, T. y ARAMÉNDIZ, H. 2006. Fisiología de la estevia (*Stevia rebaudiana* L.) en función de la radiación en el Caribe colombiano. II análisis de crecimiento. *Agronomía Colombiana* 24 (1), 56-67 p.
- MORALES, J., LÓPEZ, F., PÉREZ, G., RÍOS, G., ECHEVERRI, D. y MURILLO, M. 2002. Evaluación agroeconómica del cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en la región central cafetera de Colombia. 319-325. En: Giraldo, M.J. y J.P. Higuera. (eds.). *Memorias IV Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Corpoica, Universidad Pontificia Bolivariana, Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Medellín.
- MÚNERA, G. 2002. Nemátodos asociados con el cultivo del lulo. 135-141 p. En: Giraldo, M. y J. Higuera (eds.). *Memorias IV Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Corpoica, Universidad Pontificia Bolivariana, Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Medellín.
- PEREZ, J. 2000. Cultivo II - Hortalizas y Frutales, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá. 737-751 p.
- PINEDA, H. 2000. Evaluación del comportamiento agrónomico de diez cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en las condiciones de Roldanillo (Valle del Cauca). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 73 p.
- RESTREPO, J. 2000. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencias con agricultores de Mesoamérica y Brasil. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 155 p.
- SALISBURY, F. y ROSS, C. 2000. Fisiología de las plantas 3. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Thomson Editors, Madrid (España). 529-599 p.
- TORRES, A. 2002. Inteligencia de mercados para lulo, mora y uchuva. 326-330 p. En: Giraldo, M.J. y J.P. Higuera. (eds.). *Memorias IV Seminario de frutales de clima frío moderado*. Corpoica. Universidad Pontificia Bolivariana, Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Medellín.
- URIBE, F. 1991. Botánica general. Universidad de Antioquia, Medellín. 264 p.