



EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN LA CALIDAD DEL FRUTO DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* MILL.)[†]

[EFFECT OF PLANTING DENSITY ON THE FRUIT QUALITY OF CHIRIMOYA (*Annona cherimola* MILL.)]

C. Feicán¹, I. Vanegas², C. Encalada¹, B. Brito³, R. Moreira¹ and W. Viera^{1*}

¹ Programa de Fruticultura, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas. Quito, Ecuador.

Email: william.viera@iniap.gob.ec

² Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Ingeniería Agronómica. Av. de las Américas y Tarqui. Cuenca, Ecuador.

³ Departamento de Nutrición y Calidad, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Panamericana Sur km 1. Quito, Ecuador

*Corresponding author

SUMMARY

Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) is a commercially import fruit crop in several countries of Latin America (Ecuador, Peru and Chile) and Europe (Spain). The fruit is highly valued for its good organoleptic characteristics and nutritional value. Currently, there is a worldwide trend to implement high planting densities in several fruit crops. However, there is little information available on chirimoya to implement new commercial orchards. This research evaluated three planting densities (625, 1250 and 2500 plants/ha) to determine their effect on the chirimoya fruit quality of the variety 'Cumbe'. The two lowest densities evaluated doubled the yield compared to the highest density, and also obtained the highest percentages of fruit in the best size categories (super extra and extra), and harvesting fruit weights >400 g. Based on the results of this study, planting densities of 2500 plants/ha or higher are not recommended due to the affect on yield and quality of chirimoya fruit.

Keywords: fruit crop; deciduous tree; color; yield; Ecuador.

RESUMEN

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) es un frutal de importancia comercial en varios países de Latinoamérica (Ecuador, Perú y Chile) y Europa (España). Su fruta es muy apreciada por sus buenas características organolépticas y valor nutricional. Actualmente existe una tendencia mundial en la implementación de altas densidades de siembra en varios cultivos frutales. Sin embargo, no existe mayor información disponible con respecto a esta especie para implementar nuevos huertos comerciales. Esta investigación evaluó tres densidades de siembra (625, 1250 y 2500 plantas/ha) para determinar su efecto en la calidad de la fruta de chirimoya variedad 'Cumbe'. Las dos menores densidades evaluadas duplicaron el rendimiento en comparación con la mayor densidad y, además, obtuvieron los mayores porcentajes de fruta en las mejores categorías (súper extra y extra), cosechándose fruta con un peso >400 g. En base a los resultados de este estudio, densidades de 2500 plantas/ha o superiores no son recomendadas debido a que afectan la calidad de la fruta de chirimoya.

Palabras clave: Frutal; caducifolio; color; rendimiento; Ecuador

[†] Submitted May 27, 2017 – Accepted July 03, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462

INTRODUCCIÓN

En la familia Annonaceae hay géneros que se caracterizan por el interés económico de sus frutos, así como por su valor medicinal y nutricional. Dentro de las especies más cultivadas se encuentran la chirimoya (*Annona cherimola* Miller), anona (*A. squamosa*), guanábana (*A. muricata*) y anona roja (*A. reticulata*).

De las especies mencionadas anteriormente, *A. cherimola* está adaptada a condiciones tropicales y subtropicales. (Zonneveld *et al.*, 2012) mientras que el resto solo puede lograr un crecimiento eficiente en condiciones tropicales. La chirimoya es un frutal caducifolio, cuyo centro de origen ha sido determinado en el sur de Ecuador y el norte de Perú (Scheldeman *et al.*, 2002), siendo su fruta muy apreciada por su aroma y delicado sabor; además de que se pueden obtener cosechas fuera de época (Vanegas *et al.*, 2016). Su pulpa es utilizada en forma natural (consumo en fresco) o para la producción de jugos, batidos y helados. Las características del fruto pueden variar por el manejo agronómico o por otras prácticas culturales como el empleo de altas densidades de siembra que influyen en la producción, el desarrollo vegetativo, la floración, la fructificación y el área foliar (Pérez *et al.*, 2004). En estudios realizados en otras especies como tomate (*Solanum lycopersicum*), Cruz *et al.* (2003) determinaron un incremento del rendimiento utilizando distancias cortas de plantación. Sin embargo, también se ha observado que altas densidades de siembra disminuyen el tamaño del fruto (Damato, 2000) y pueden influir en la cantidad de sólidos solubles totales. Por ejemplo, Pinedo *et al.* (2004) y Mejía *et al.* (2008) reportaron que los grados Brix disminuyen cuando la densidad de plantación aumenta en el cultivo de durazno (*Prunus persica*). Por el contrario, en uva (*Vitis vinifera*) variedad ‘Pinot noir’ se reportaron contenidos de azúcares similares en bajas y altas densidades (Hedeberg and Raison, 1982). Finalmente, Hudina (2000) encontró que el contenido de azúcares varía con la variedad de manzana (*Malus domestica* Borkh) y también con la densidad de plantación.

Uno de los principales aspectos del comportamiento agronómico del chirimoyo es el tamaño vigoroso de las plantas, las cuales pueden desarrollarse requiriendo un mínimo de poda y produciendo buenas cosechas mientras se mantengan en un espacio abierto e iluminado (Cautín and Agustí, 2005). Las distancias de plantación entre cada árbol dependen del tipo de patrón que se va a utilizar, de la fertilidad del suelo, de la variedad, de la maquinaria y del sistema de riego que vaya a ser empleado. Las densidades de plantación estándar que se utilizan para este frutal son de 156 plantas/ha (8 x 8 m) (distancia entre hileras x

distancia entre plantas) o 208 plantas/ ha (6 x 8 m) (Castro, 2007). En España, se recomiendan densidades de 123 plantas/ha (9 x 9 m), 178 plantas/ha (7 x 8 m) o 204 plantas/ha (7 x 7 m) (Guirardo *et al.*, 2003). Por otro lado, en Costa Rica se determinó que la distancia de 7 x 7 m (204 plantas/ha) fue insuficiente debido a que las plantas cerraron el espacio para el manejo del huerto después de 15 años de cultivo (Castro, 2007). En Ecuador, los agricultores generalmente tienen huertos de este frutal en una densidad de 204 plantas/ha, aunque se recomienda la plantación a una densidad de 400 plantas/ha (5 x 5 m) con manejo de poda (INIAP, 2008). Sin embargo, actualmente existe una tendencia de usar altas densidades de siembra (más de 2000 plantas/ha) con la finalidad de incrementar la productividad. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la densidad de plantación en la calidad de frutas de chirimoya.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

La investigación, se llevó a cabo en la Estación Experimental del Austro del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que se encuentra a una altitud de 2230 m.s.n.m., latitud 22° 51'55" S, longitud 78° 46'24" W. La temperatura promedio es de 18 °C, la humedad relativa promedio, de 75 % y la precipitación anual, de 750 mm. El suelo del sitio experimental tiene las siguientes características: textura franca arcillo arenosa, pendiente 1%, buen drenaje y pH 7.5.

Material biológico

Se evaluó fruta de la variedad ‘Cumbe’, en árboles de 5 años de edad.

Tratamientos

Las densidades de plantación evaluadas fueron: 2500 plantas/ha (4 x 1 m), 1250 plantas/ha (4 x 2 m) y 625 plantas/ha (4 x 4 m).

Manejo del huerto experimental

Se realizó polinización manual (75 flores por planta) para garantizar la producción de fruta. En todos los tratamientos se utilizó oxiclورو de cobre al 1% y azufre al 0,5% para el control de patógenos en ramas y hojas del ciclo anterior. Para control preventivo de plagas se utilizó clorotalonil (1,5 cc/l), iprodione (2,00 cc/l) y dimethoato (1,5 cc/l). Se fertilizó utilizando un abono completo (10% de nitrógeno, 30% de fósforo como P₂O₅, y 10% de potasio como K₂O), muriato de potasio y urea en dosis de 240, 353 y 200 g/planta, fraccionada en cuatro aplicaciones

separadas por 30 días. Además, se aplicaron 3 kg/planta de materia orgánica. Los riegos se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo.

Análisis físico-químicos

Color del fruto: se utilizó un colorímetro (PCM™, U.S.A) para la medición del color externo de los frutos en estado de madurez fisiológica. Con el colorímetro se estableció los valores de las coordenadas a y b, las cuales se utilizaron para determinar el matiz (ángulo Hue) y la saturación (croma). Estos parámetros fueron calculados mediante las siguientes fórmulas:

$$^{\circ}H = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad C = (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}$$

Donde: °H= ángulo Hue, C= cromaticidad, tan= tangente del ángulo, a= componente de color entre verde y rojo, y b= componente de color entre amarillo y azul.

Sólidos solubles: los grados Brix se registraron utilizando un refractómetro óptico (Carl Zeiss Jena, Alemania).

Dímetro ecuatorial y polar de fruto: se midieron con un calibrador digital (Stanley, U.S.A.) cuando el fruto se encontraba en madurez fisiológica.

Número de frutos cosechados: se contabilizó el número de frutos cosechados por planta en cada tratamiento.

Peso de frutos: los frutos se pesaron con una balanza analítica (Boeco, Alemania) en gramos.

Clasificación por categorías: la fruta se clasificó de acuerdo a la escala establecida por Calatrava (1998) en las siguientes categorías: súper extra (> 701 g), extra (401 – 700 g), primera (301 – 400 g), segunda A (176 – 300 g), segunda B (96 – 175 g) y tercera (50 – 95 g).

Rendimiento por planta: se registró el peso de toda la producción del árbol en kilogramos.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición estuvo constituida por 10 observaciones (frutos), siendo la unidad experimental un fruto de chirimoya. Se realizó un análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos y la prueba de Tukey al 5% para el contraste de medias. En el caso de la clasificación de frutos por categorías, se utilizó una prueba Z para proporciones para

establecer rangos de significación. El análisis estadístico se realizó con el software R, versión 3.3.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color del fruto

En cuanto al matiz, los frutos provenientes de la mayor densidad de plantación (2500 plantas/ha) obtuvieron el valor menor (103,8 H) y el mayor de saturación (42,8 C) que correspondió a una tonalidad amarilla tendiendo a verde siendo el color más claro o puro, mientras que las otras dos densidades alcanzaron valores superiores a 106,5 H y menores a 31 C que corresponden a una tonalidad más verde y el color más oscuro (Tabla 1, Figura 1). La respuesta de cambio de tonalidad se debe a un proceso de desintegración de la clorofila del epicarpio y a la síntesis de carotenoides, asociado a la intensificación de la respiración climática del fruto (Africano *et al.*, 2015). Con respecto a la saturación, los frutos provenientes de la mayor densidad de plantación (2500 plantas/ha) obtuvieron el mayor valor (42,8) (Tabla 1), que indica mayor intensidad del color del fruto con respecto a los valores obtenidos (alrededor de 30) en las otras dos densidades. Esta respuesta se respalda en lo mencionado por Raffo (2014) quien indica que en plantaciones de árboles en alta densidad se incrementa el área foliar y se reduce la captación solar, lo que se traduce finalmente en reducción del color del fruto.

Sólidos Solubles

El mayor porcentaje de grados Brix se observó en la fruta proveniente de la mayor densidad de plantación de 2500 plantas/ha (23.0 °Brix) mientras que el menor porcentaje se obtuvo en la menor densidad de 625 plantas/ha (16,2 °Brix) (Tabla 1). Esto indica que mientras más se incrementa la densidad de plantación, más se incrementan los niveles de sólidos solubles en los frutos de chirimoya variedad ‘Cumbe’. Estos resultados son opuestos a los reportados por Mejía *et al.* (2008) quienes encontraron que, al incrementar la densidad de plantación, el contenido de sólidos solubles totales disminuyó relativamente en la fruta de durazno, obteniéndose 11,3 y 10,7 °Brix en la menor (1111 plantas/ha) y en la mayor (1480 plantas/ha) densidad de plantación, respectivamente. Además, esta misma tendencia fue reportada por Pinedo *et al.* (2004) quienes encontraron que la fruta de durazno de la variedad ‘Diamante’ en una densidad de 333 plantas/ha obtuvo 13.7° Brix; mientras que se registraron 12.7 °Brix a una densidad de 444 plantas/ha. Estos autores mencionan que en la variedad de durazno ‘CP-88-8’, los resultados del contenido de azúcares fueron similares en baja o alta densidad de plantación.



Figura 1. Matiz de los frutos de chirimoya. Izquierda: fruto de la densidad de plantación de 1250 plantas/ha (tonalidad ligeramente verde). Derecha: fruto de la densidad de plantación de 2500 plantas/ha (tonalidad amarillo tendiendo a verde).

Por otro lado, Hedeberg y Raison (1982) obtuvieron contenidos de sólidos solubles similares (alrededor de 21,1 °Brix) en plantas de uva variedad ‘Pinot noir’ sembradas en baja (717 plantas/ha) y alta (4304 plantas/ha) densidad. Sin embargo, Hudina (2000) reportó contenidos diferentes de sólidos solubles según la variedad de manzana evaluada y que fueron contrastantes con las densidades de siembra evaluadas; observándose que variedades como ‘Gala’, ‘Golden delicious’ y ‘Gloster’ obtuvieron mayor grados Brix en las menores densidades de plantación mientras que la variedad ‘Idared’ mostró resultados contrarios como los encontrados en este estudio. Por lo mencionado, se debe destacar que existe una respuesta independiente de acuerdo a las diferentes variedades de una misma especie frutal, lo que podría estar relacionado con el aspecto genético.

Los árboles de chirimoya en alta densidad (2500 plantas/ha) acumulan mayor temperatura debido al microclima que se crea por la proximidad del follaje de las mismas (Cautín, 2008), esto provoca un incremento de la temperatura, lo cual acelera los procesos de transpiración de la planta y los almidones acumulados aceleran su proceso de transformación en azúcares. Además, la eficiencia fotosintética es mayor en huertos plantados a alta densidad (Lebkuecher *et al.*, 1999) por lo que los procesos de formación de azúcares se aceleran y se acumula mayor cantidad de sólidos solubles en los frutos.

Diámetro ecuatorial y polar

En la densidad de siembra de 1250 plantas/ha se obtuvieron los frutos que presentaron el mayor

diámetro ecuatorial y polar (Tabla 1). En otros frutales, como el durazno de las variedades Diamante y CP-88-8, se ha observado solo una ligera diferencia (no significativa) en los valores obtenidos para estos parámetros (Pinedo *et al.*, 2004). Estos resultados indicarían que el aumento o disminución de la densidad de plantación en este estudio no incidió directamente en esta característica, debido a que el mejor resultado se obtuvo en la densidad intermedia.

Peso del fruto

La menor densidad de plantación (625 plantas/ha) obtuvo los frutos con mayor peso (Tabla 1), es decir, la mayor distancia de plantación permite un mejor desarrollo del fruto. Esta tendencia concuerda con el estudio realizado por Cautín (2008) en esta especie, quien obtuvo un peso superior (594.3 g) en plantas sembradas a una distancia mayor (6 x 4 m - 416 plantas/ha) a la evaluada en esta investigación. Este resultado indicaría que no es necesario un gran número de hojas (como se obtiene con altas densidades donde el área foliar se incrementa en un 100%) para generar frutos de mayor tamaño; sino más bien que las hojas se encuentren funcionales y bien expuestas a la luz (Yuri *et al.*, 2000). Cabe mencionar que el rendimiento por hectárea aumenta en bajas densidades hasta llegar a un máximo debido a que está en función de la eficiencia fotosintética por unidad de área foliar (Rebolledo *et al.*, 2006).

Número de frutos cosechados

La Tabla 1 indica que las densidades de 625 y 1250 plantas/ha presentaron el mayor número de frutos

(valores estadísticamente iguales), es decir que el mayor distanciamiento incide en esta variable. Un mayor espaciado permitirá una mejor captación de energía solar, aprovechando la humedad del suelo y sus nutrientes (Rodríguez, 2000). Estos resultados coinciden con lo mencionado por Sánchez *et al.* (2006) quienes reportaron que la producción de fotoasimilados por planta se reduce a mayor densidad de plantación, influyendo directamente en la reducción del número de frutos por planta, sin que esto afecte la mayor concentración de sólidos solubles en el fruto debido a que el incremento de azúcares estaría relacionado a la aceleración de procesos debido al mayor gasto de energía de la planta en el microclima que se crea en la alta densidad.

Rendimiento total de la cosecha

Las densidades de 625 y 1250 plantas/ha alcanzaron un rendimiento promedio similar de 19.6 kg/planta, valor que duplicó el alcanzado por la mayor densidad de siembra (Tabla 1). Estos resultados indican que el rendimiento se ve afectado positivamente cuando aumenta la distancia de plantación y consecuentemente disminuye la densidad poblacional (Casierra et al., 2010). Sin embargo, se debe tener en cuenta que el rendimiento de la planta puede ser afectado negativamente por la densidad poblacional mientras que el rendimiento por unidad de superficie se puede incrementar (Casierra et al., 2010). Por otro lado, la disminución del rendimiento de la planta en altas densidades de siembra es atribuida a una menor

intercepción de la radiación solar por la superficie vegetal (Cebula, 1995). La alta densidad de plantas produce una mayor área foliar; sin embargo, no aumenta la actividad fotosintética laminar, requisito necesario para incrementar la productividad de la planta (Rodríguez, 2000). Kultur et al. (2001) reportaron que se produce un incremento en el número de frutos con respecto al aumento en la separación de siembra entre plantas, posiblemente asociado a menor competencia; sin embargo, Nerson (2002) reportó que se producen más frutos de menor tamaño con incrementos en la densidad de plantas.

Número de frutos según la categoría de clasificación

Únicamente la densidad de 625 plantas/ha obtuvo frutos tanto para la categoría extra (> 400 g) como la súper extra (> 701 g) (Tabla 2), lo que se debe al mayor espaciado entre plantas, permitiendo una mejor captación foliar de luz y producción de fotoasimilados que se refleja en un mayor crecimiento del fruto (Rodríguez, 2000; Kultur *et al.*, 2001; Sánchez *et al.*, 2006). Estos frutos de buen tamaño son comercializados a mayor precio en el mercado local. Además, en las dos densidades mencionadas anteriormente, existió un porcentaje mínimo de fruta de categoría tercera (< 95 g). Para la mayor densidad (2500 plantas/ha), los mayores porcentajes de fruta se ubicaron en las categorías extra, segunda A y segunda B

Tabla 1. Variables de calidad de fruta y rendimiento de chirimoyo variedad 'Cumbe' en distintas densidades de plantación. Promedios obtenidos de la evaluación de 40 frutos (10 frutos por repetición).

Densidad (plantas/ha)	Matiz (°H)	Saturación (C)	Sólidos Solubles (°Brix)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Diámetro Polar (cm)	Peso (g)	Número de frutos cosechados por planta*	Rendimiento (kg/planta)*
2500	103,8b ±1,5	42,8a ±4,5	23,0a ±3,6	8,2b ±1,3	8,7b ±1,9	348,9b ±91,2	24,2b ±15,3	8,4b ±2,9
1250	107,8a ±1,2	31,0b ±2,3	20,4b ±2,3	9,7 ^a ±1,7	10,3a ±2,1	484,1b ±66,9	40,4 ^a ±12,3	19,6 ^a ±12,4
625	106,5a ±1,7	30,0b ±2,9	16,2b ±3,0	8,2b ±1,1	9,1b ±1,6	557,8 ^a ±144,6	35,2 ^a ±11,2	19,6 ^a ±4,4

*Datos tomados en 10 árboles

Tabla2. Porcentaje de fruta obtenida (relación entre el número de frutos de cada categoría y el número de frutos cosechados totales) en cada categoría de clasificación.

Densidad (plantas/ha)	Categorías (%)					
	Súper extra >701 g	Extra 401–700 g	Primera 301–400 g	Segunda A 176–300 g	Segunda B 96–175 g	Tercera 50–95 g
2500	na	32,8b±7,4	13,3b ±5,4	29,2a±7,2	21,3a±6,5	3,4a±2,9
1250	na	61,4a±7,7	16,2a±5,8	16, 2c±5,8	3,1c±2,7	0,4b±0,9
625	29,6±7,2	32,7b±7,4	11,3b±5,0	19,1b±6,2	7,3b±4,1	na

na: no hubo frutos en una determinada categoría

Estos resultados indican que el tamaño de la fruta obtenida en plantaciones de alta densidad se distribuye mayormente en las categorías menores, lo que coincide con lo mencionado por Kultur *et al.* (2001) quienes indican que altas densidades de plantas producen mayor número de frutos por área, pero de menor tamaño y biomasa; además significando una reducción en el precio del producto.

CONCLUSIONES

Actualmente, la utilización de altas densidades de plantación es una tendencia mundial, siendo el rendimiento el factor principal que justifica su aplicación al momento de la implementación de huertos comerciales. De acuerdo a los resultados de esta investigación, la alta densidad de plantación (2500 plantas/ha) produjo fruta de menor tamaño y consecuentemente menor rendimiento de la planta, sin embargo, esta fruta presentó el mayor porcentaje de sólidos solubles. Por otro lado, las menores densidades evaluadas (625 y 1250 plantas/ha) duplicaron el rendimiento obtenido en la alta densidad con el mayor porcentaje de la fruta cosechada en las mejores categorías (súper extra y extra), lo que es positivo debido a que usualmente la fruta comercializada en los mercados locales se encuentra entre 400 y 500 g. Los frutos de mayor peso se obtuvieron en la menor densidad de plantación, en la que, además, se obtuvo un porcentaje mínimo de frutos de las menores categorías (segunda B y tercera). De acuerdo a los resultados de este estudio, no se recomiendan plantaciones de chirimoya en muy altas densidades (2500 plantas/ha o mayor) debido a que la calidad del fruto es afectada.

Agradecimientos: Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, por el financiamiento de este estudio, a la Universidad Católica de Cuenca, a los ingenieros Hernán Lucero, Luis Minchala y Rene Orellana Maita por su apoyo técnico.

REFERENCIAS

Africano, K.L., Almanza, P.J., Balaguera, H.E. 2015. Fisiología y bioquímica de la maduración del fruto de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch]. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 9:161-172. DOI: 0.17584/rcch.2015v9i1.3754

Calatrava, J. 1998. El mercado español de la chirimoya: Situación actual y perspectivas. V Jornadas Andaluzas de Frutos Tropicales. Andalucía 1998. pp. 79-106.

Cruz, J., Jiménez, F., Ruíz, J., Díaz, G., Sánchez, P., Perales, C., Arellanes, A. 2003. Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* mill) en

invernadero. Agronomía Mesoamericana. 14:85-88.

- Cautín, R., Agustí, M. 2005. Phenological growth stages of the chirimoya tree (*Annona cherimola* Mill.). Scientia Horticulturae. 105:491-497. DOI: 10.1016/j.scienta.2005.01.035
- Cautín, R. 2008. Propuesta de un nuevo sistema de conducción en alta densidad de cultivo del chirimoyo (*Annona cherimola* m.) sus efectos sobre factores microambientales, fisiológicos y productivos. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6291/tesisUPV2869.pdf?sequence=1> Consultado mayo 2017.
- Casierra, F., Peña, J., Villarreal, A. 2010. Crecimiento y producción de *Gypsophila paniculata* a en respuesta al termoperiodo, confinamiento y despunte. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 4:199-208. DOI: 10.17584/rcch.2010v4i2.1241.
- Castro, J. J. 2007. Cultivo de la anona (*Annona cherimola*, Mill). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.
- Cebula, S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. Acta Horticulturae. 412:321-329. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.412.37
- Damato, G. 2000. Late sowing dates and high plant density in six cultivars of broccoli for processing. Acta Horticulturae. 533:267-274. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.533.32
- Guirardo, E., Hermoso, J.M., Pérez, M.A., Farre, J.M. 2003. Introducción al cultivo del chirimoyo. Caja Rural de Granada, España.
- Hedeberg, P., Raison, J. 1982. The effect of vine spacing and trellising on yield and fruit quality of Shiraz grapevines. American Journal of Enology and Viticulture. 33:20-30.
- Hudina, M., Stampar, F., Zadavec, P. 2001. The influence of planting density on sugar and organic acid content in apple (*Malus domestica* Borkh). Acta Horticulturae 557:313 - 319. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.557.41
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2008. Guía de cultivos. INIAP, Ecuador.
- Kultur, F., Harrison, H.C., Straub, J.E. 2001. Spacing and genotype affect fruit sugar concentration, yield and fruit size of muskmelon. HortScience 36:274-278.

- Lebkuecher, J., Haldeman, K., Harris, C., Holz, S., Joudah, S., Minton, D. 1999. Development of photosystem-II activity during irradiance of etiolated *Helianthus* (asteraceae) seedlings. *American Journal of Botany*. 86:1087-1092. DOI: 10.2307/2656970
- Mejía, E., Flores, J., Fernández, A., Romero, E., Contreras, D. 2008. Fruit quality of peach trees growing under the milpa system intercropped with fruit trees in hillsides. *Agricultura Técnica en México*. 34:159-166.
- Nerson, H. 2002. Relationship between plant density and fruit and seed production in muskmelon. *Journal of American Society for Horticultural Science*. 127:855-859.
- Pérez, M.E., Camacaro, G.J., Hadley, P., Dennett, M.D., Battey, N.H., Carew, J.G. 2004. Effect of plant density and initial crown size on growth, development and yield in strawberry cultivars Elsanta and Bolero. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 79:739-746. DOI: 10.1080/14620316.2004.11511836
- Pinedo, J.M., Cortés, C.J.I., Colinas, M.T., Turrent, A., Alcazar, G., Rodríguez, J., Livera, M., Hernández, A.D. 2004. Calidad del fruto de durazno 'diamante' y 'cp-88-8' intercalados en maíz y frijol. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10:211-217.
- Raffo D. 2014. La Radiación solar y las plantas: un delicado equilibrio. INTA, Argentina.
- Rebolledo A., Pérez, A., Rebolledo, L., Becerril, E., Uriza, D. 2006. Rendimiento y calidad de fruto de cultivares de piña en densidades de plantación. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29:55-62.
- Rodríguez, L. 2000. Densidad de población vegetal y producción de materia seca. *Revista de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal*. 27:31-38.
- Sánchez, F., Moreno, E., Contreras, E., González, E. 2006. Reducción del ciclo de crecimiento en pepino europeo mediante trasplanta tardío. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29:87-90
- Scheldeman, X., Damme, V., Ureña, J. 2002. Improving Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) Cultivation Exploring its Center of Origin. *Acta Horticulturae*. 577, 329-336. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.575.37
- Vanegas, E., Encalada, C., Feican, C., Gómez, M., Viera, W. 2016. Cianamida hidrogenada y nitrato de potasio para manipular épocas de cosecha en chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Ecuador es Calidad: Revista Científica Ecuatoriana*. 3(1):31-37.
- Yuri, J.A., Torres, C., Bastías, R., Neira, A. 2000. Golpe de sol en manzanas: Factores inductores y respuestas bioquímicas. *Agro-Ciencia*. 16:23-32.
- Zonneveld, M., Scheldeman, X., Escribano, P., Viruel, M., Damme, P., Garcia, W., Tapia, C., Romero, J., Sigüeñas, M., Hormaza, J. 2012. Mapping Genetic Diversity of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.): Application of Spatial Analysis for Conservation and Use of Plant Genetic Resources. *PLoS ONE*. 7:1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0029845