

Volúmenes de riego y coberturas en el rendimiento y calidad de frutos de guayaba

Dr. Alfonso de Luna Jiménez¹
y Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez¹

RESUMEN

Con el fin de incrementar el rendimiento y tamaño del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L var. Media China.), se evaluaron el efecto del riego variando el volumen de agua aplicado: 480, 720, 960 y 1200 litros/árbol/riego y de las coberturas: Paja de pasto, plástico negro, estiércol de bovino y dosis única de fertilizante. Se midió la temperatura del suelo, precipitación pluvial, número y crecimiento de brotes, número y tamaño de los frutos. El suelo cubierto con plástico mostró la temperatura más elevada. En septiembre se registró la precipitación más alta, evaluada en 40 mm. El volumen de agua aplicado no afectó el crecimiento de los brotes ($P>0.05$); sin embargo, con 960 litros/árbol/riego, se lograron los brotes de mayor longitud. Con los volúmenes de 720, 960 y 1200 litros/árbol/riego, el número de frutos por m² se incrementó en magnitudes de 65, 134 y 126, respectivamente, con referencia al volumen de 480 litros de agua/árbol/riego. Bajo 480 litros de agua/árbol/riego más fertilizante seguido por la cobertura de paja se produjeron los frutos de mayor peso; este resultado sugiere que pueden ahorrarse cantidades importantes de agua en magnitudes de 240, 480 y 720 litros de agua/ár-

Palabras clave: Volumen de riego, coberturas, fertilización, guayaba, riego, rendimiento.

Key words: Volume of water, cover, fertilization, guava, irrigation, yield.

Recibido: 18 de junio de 2007, aceptado: 6 de noviembre de 2007

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Disciplinas Agrícolas, teléfono (449) 912-89-42. correo electrónico lunaji@yahoo.com; ajmerazj@yahoo.com.mx

bol/riego, significando 49, 98 y 147 m³ de agua/ha.

ABSTRACT

With the purpose of improving the yield and size of the fruit of guava (*Psidium guajava* L. cv media China), the effect of the covers: Straw, plastic, dung and unique dose of fertilizer, was evaluated varying the volume of applied water: 480, 720, 960 and 1200 liters/tree/irrigation. The ground temperature, pluvial precipitation, number and growth of buds, number and size of the fruit was measured. The plastic cover showed the highest temperature. In september the highest precipitation was registered evaluated in 40 millimeters. The volume of applied water did not affect the growth of the buds ($P>0.05$); nevertheless, with 960 liters/tree/irrigation, the buds of greater length were obtained. With the volumes of 720, 960 and 1200 liters/tree/irrigation the number of fruits by m² was increased in magnitudes of 65, 134 and 126, respectively. Under 480 liters/tree/irrigation followed by the, straw cover the fruits of greater weight took place; this result suggests can save important amounts of water in magnitudes of 240, 480 and 720 liters/tree/irrigation, meaning 49, 98 and 147 m³ of water by hectare, without damage of the weight of de fruit.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Calvillo se localiza a 52 km al poniente de la ciudad de Aguascalientes, entre los 21°43' y 22°06' de latitud norte y entre los meridianos 102°31' y 102°52' de longitud oeste y colinda al norte con el estado de Zacatecas y el municipio de San José de Gracia; al sur con Jalisco y Zaca-

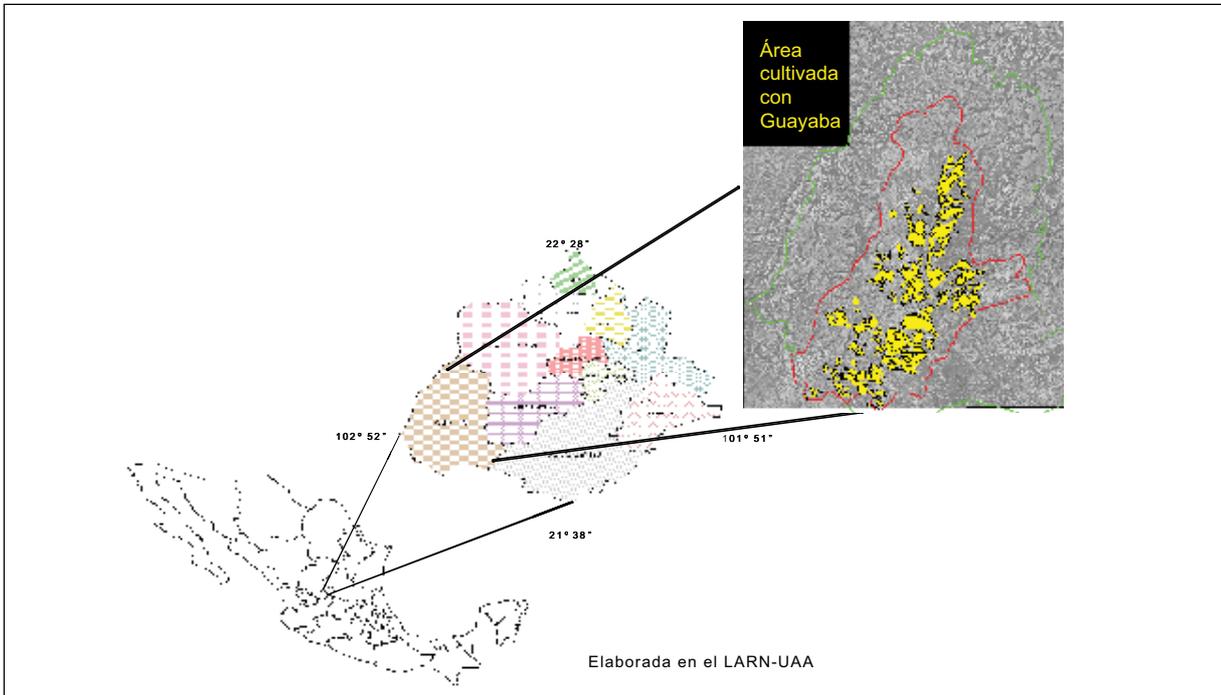


FIGURA 1. Localización del área de estudio.

tecas, al este con los municipios de San José de Gracia y Jesús María y al oeste con Zacatecas.

Calvillo cuenta con una superficie de 9,397 ha, destinándose a la producción de guayaba 7,600 ha y 2,800 productores. En la época de cosecha, es fuente de trabajo para las familias del lugar. El trabajo consistió en generar tecnología para optimizar el agua de riego, para ello, se planteó el objetivo de incrementar el rendimiento y mejorar la calidad del fruto. Se evaluaron cuatro volúmenes de agua: 480, 720, 960, y 1200 litros de agua/árbol/riego aplicados cada ocho días y las coberturas de paja de pasto natural que crece en la misma huerta, plástico negro, estiércol de bovino y dosis única de fertilizante.

El diseño experimental que se utilizó fue de parcelas divididas en donde la parcela grande correspondió a los cuatro niveles de riego y la chica a las coberturas y fertilizante. Se ha utilizado principalmente el acolchado del suelo en árboles de guayaba, debido a que permite lograr mayor temperatura, menor evaporación de agua y mejor control de malezas así como mayor limpieza de frutos. Entre los componentes modificados están el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto. Otro de los beneficios logrados con las cu-

biertas plásticas es el incremento de la masa radical y de la absorción de nutrientes (Wien, Minotti y Grubinger, 1993). En control de malezas, se ha observado efectividad incluso sobre ciperáceas, utilizando polietileno transparente (Gutkowski y Terranova, 1991). La mayor parte de estos estudios se han centrado en los efectos de la práctica del acolchado sobre los cultivos, los agentes patógenos, las plagas o las malezas (Pullman, *et al.* 1981; Gutkowski y Terranova, 1991; Montealegre, *et al.* 1997). En la búsqueda de un conocimiento más reciente, destaca el trabajo desarrollado por Contreras *et al.* 1992, donde se cuantificó la evolución de la temperatura del suelo con algunas cubiertas de polietileno. Pocos investigadores han elaborado modelos de aplicación de la evolución de la temperatura del suelo (Gabriel, *et al.* 1992; Bussiere y Cellier, 1994; Gutkowski y Terranova, 1991; y Wu, Perry y Ristaino, 1996). Entre las aplicaciones en las que interesan los modelos para calcular la temperatura del suelo, figura la solarización (Gabriel, *et al.* 1992 y Weaich, Bristol y Cass, 1996). En este contexto, la utilización de plásticos como el acolchado se hace cada día una práctica más común, sin que exista un medio cuantitativo aceptable que oriente al agricultor para categorizar la variedad de la oferta de materiales en el mercado. Tampoco es posible ha-

cer algún pronóstico de los efectos que tendrá un determinado tipo de material sobre un suelo bajo determinadas condiciones meteorológicas, ni de los efectos que tendrá sobre el cultivo establecido.

El riego es un factor determinante en la producción de guayaba. La fuente de agua disponible son los pozos profundos con marcada escasez en la zona hecho que ha incrementado los costos de producción (Añez, 1995). Por lo general, este cultivo se riega por micro-aspersión con una frecuencia de una vez por semana (Añez, 1995; Laguado *et al.* 2002; Marín *et al.* 2000 y Urdaneta, Araujo y Lugo, 2003), para lo cual se han realizado recomendaciones de la lámina de agua al ser aplicada, en términos de volumen, en función al porcentaje de cubrimiento de la copa de la planta (Añez, 1995). No obstante, los aportes que se han hecho en cuanto al manejo del riego en frutales en las condiciones agro-ecológicas de la zona han sido muy escasos (Añez, 1995; Araujo, *et al.* 1999 y Urdaneta, Araujo y Lugo, 2003). La producción de guayaba depende del agua para riego y el déficit anual es de 9.6 millones de m³, cada vez es más costosa y escasa su disponibilidad; asociándose con la baja producción de los árboles y frutos pequeños de poco valor comercial han obligado al abandono de huertas por considerarse improductivas reduciéndose la superficie plantada con guayabo. Esto plantea la necesidad de evaluar tecnología para optimizar el agua de riego (Bussièrre y Cellier, 1994),

incrementar la producción y mejorar el tamaño del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una huerta plantada con guayabo (*Psidium guajava* L. de la var. Media China) con distanciamientos de 7 m entre plantas y entre hileras, significando una densidad de población de 204 árboles/ha en producción con riego por micro-aspersión, perteneciente a un productor de la localidad La Panadera de Calvillo en el Estado de Aguascalientes, durante los años 2006 y 2007 se realizó el experimento en un suelo regosol calcáreo. Se utilizó un diseño factorial con arreglo en parcelas divididas; en la parcela grande correspondió el riego y en la chica las coberturas y fertilizante. En el experimento se manipularon dos variables independientes (tiempo de riego transformado a volúmenes de agua y coberturas) con cuatro niveles cada una. Para riego los niveles fueron: 2 horas = 480; 3 horas = 720; 4 horas = 960 y 5 horas = 1200 litros de agua/árbol/riego; para coberturas, los niveles consistieron en paja de gramíneas cosechada en la misma huerta, la cantidad utilizada fue la suficiente para cubrir el cajete de los árboles con un espesor de 5 cm (fig. 2), plástico negro (fig. 3), estiércol de bovino (fig. 4) y fertilizante químico en dosis única (60-60-60), como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (1.5 kg/árbol), para fósforo, el superfosfato de calcio simple (1.5 kg/árbol) y de potasio el sulfato de potasio (600 g/árbol).



FIGURA 2. Cobertura de paja de gramíneas.



FIGURA 3. Cobertura de plástico.



FIGURA 4. Cobertura de estiércol de bovino.

La precipitación pluvial se midió (mm) mediante un pluviómetro instalado en el lote experimental. Las lluvias en el año 2006 iniciaron en mayo y terminaron en octubre y en el 2007 en junio y terminaron en septiembre. Se registró periódicamente con termómetro digital la temperatura del suelo (°C). Para determinar la brotación se dividió la planta en cuatro cuadrantes: Norte, sur, este y oeste. De cada cuadrante, se identificó a partir de su origen una rama, en ella se realizaron los conteos de brotes y se aplicó la fórmula: % de brotación = $100 \times \text{no. de brotes por tratamiento} / \text{no. máximo de brotes}$. En cada rama seleccionada, se etiquetó un brote y semanalmente se midió su crecimiento (cm). Para la evaluación del rendimiento en cada uno de los árboles se tomaron muestras aleatorias en los cuatro puntos

cardinales en la parte exterior de la copa a la altura de la vista de la persona parada mediante el método del cuadrante (0.105 m^2). Éste consiste de un cuadro de alambre grueso que se coloca con las manos rectas hacia el frente y se cuentan todos los frutos comprendidos dentro del marco, se promedian y mediante regla de tres simple se determina el número de frutos por m^2 de superficie fructificante. Además, se tomaron muestras de frutos de la periferia de cada árbol a los que se les midió con vernier el diámetro ecuatorial, utilizando para su clasificación por tamaño la siguiente categorización: Extra ($\theta \geq 5.3 \text{ cm.}$), primera ($\theta \geq 4.3 \text{ cm.}$, y $\theta \leq 5.3 \text{ cm.}$), segunda ($\theta > 3 \text{ cm.}$, y $\theta \leq 4.2 \text{ cm.}$) y tercera ($\theta < 3 \text{ cm.}$). También en una báscula electrónica se pesaron los frutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo cubierto con plástico registró la temperatura más alta. En la brotación, no se encontraron diferencias ($P > F = 0.05$) entre volúmenes de riego. Considerando una densidad de población de 204 árboles/ha (tradicional en Calvillo), las horas de riego equivalen a una aplicación de: 98, 147, 196 y $245 \text{ m}^3/\text{ha}$ y por riego (valores redondeados). El análisis de varianza mostró que los volúmenes de agua aplicados no afectaron el crecimiento de los brotes ($P > F = 0.05$); sin embargo, en el cuadro 1, se señala que con 4 horas de riego (960 litros por árbol), se tiene los brotes de mayor longitud. Con respecto a las coberturas, el análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas ($P > F = 0.05$), aunque los resultados expresan que con la cobertura de plástico negro se lograron brotes más grandes.

HR	Volumen	Paja	Plástico	Estiércol	Fertilizante	Promedio
2	480	33	46	30	30	35 ^{ns}
3	720	42	31	30	60	41 ^{ns}
4	960	38	48	44	43	43 ^{ns}
5	1200	29	47	30	36	35 ^{ns}
Promedio		35 ^{ns}	43 ^{ns}	33 ^{ns}	42 ^{ns}	

HR = Horas de riego, Volumen = Litros aplicados por árbol y por riego, ns = no significativo ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Efecto del riego y coberturas en el crecimiento de brotes (cm.).

El número de frutos por m² de superficie fructificante no fue afectado ($P>F=0.05$) por los volúmenes de agua aplicados ni por las coberturas. En el cuadro 2 se observa que, en promedio, los volúmenes de agua 720, 960 y 1200 litros/árbol/riego incrementaron el número de frutos en magnitudes de 65, 134 y 126 con respecto a los frutos cosechados bajo 480 litros/árbol/riego. Este resultado informa de la respuesta de la planta a la disponibilidad de agua. Al analizar los promedios para las coberturas se aprecia que la de plástico produjo el mayor número de frutos y enseguida el fertilizante.

Para evaluar el tamaño del fruto se tomaron muestras, se pesaron los frutos y se midió su diámetro ecuatorial. En el cuadro 3 se aprecia que con 480 litros de agua/árbol/riego más estiércol (60.08g) seguido por el fertilizante (56.75g) se produjeron los frutos de mayor peso, este resultado sugiere que pueden ahorrarse cantidades importantes de agua en magnitudes de 240, 480 y 720 litros de agua/árbol/riego, significando 49, 98 y 147 m³ de agua/ha, sin detrimento del peso del fruto.

En el mismo cuadro se observa al comparar los promedios que, con el volumen de 480 litros de agua/árbol/riego se cosecharon los frutos de mayor peso (50.39 g), reduciéndose éste al incrementarse el agua de riego.

Se realizó la comparación de medias (prueba LSD) para la variable peso de fruto y resultó que la cobertura de paja con 480 litros de agua/árbol/riego produjo frutos de mayor peso ($p<0.05$) con respecto a la aplicación de 960 y 1200 litros/árbol/riego, de igual manera superó a la cobertura de estiércol bajo 1200 litros /árbol/riego. Este resultado muestra que puede ahorrarse con la cobertura de paja 720 litros /árbol/riego, lo que equivale tomando de base una densidad de plantación de 204 árboles/ha a 247 m/ha, sin reducción del peso del fruto. Además, utilizando la paja que se produce en la misma huerta puede evitarse la compra y aplicación del estiércol.

La cobertura de plástico con 480 litros de agua/árbol/riego superó ($p<0.05$) en peso del fruto al fertilizante bajo igual volumen de riego.

El fertilizante con 480 litros de agua/árbol/riego, produjo frutos de mayor peso ($p<0.05$) en comparación a la cobertura de estiércol con 480, 720 y 1200 litros de agua/árbol/riego, así como a la cobertura de paja con 960 litros/árbol/riego. Este resultado señala que la fertilización química puede sustituir a la cobertura de estiércol y adicionalmente, ahorrar 720 litros de agua/árbol/riego, que equivalen a 147 m³/ha.

La cobertura de paja con 720 litros de agua/árbol/riego, produjo frutos de mayor peso ($p<0.05$)

HR	Volumen	Paja	Plástico	Estiércol	Fertilizante	Promedio
2	480	408	394	431	455	422 ^{ns}
3	720	469	490	476	514	487 ^{ns}
4	960	564	635	506	518	556 ^{ns}
5	1200	537	644	489	522	548 ^{ns}
Promedio		494 ^{ns}	541 ^{ns}	475 ^{ns}	502 ^{ns}	503

HR = Horas de riego, Volumen = Litros aplicados por árbol y por riego, ns = no significativo ($P>0.05$).

Cuadro 2. Efecto del riego y coberturas sobre el número de frutos.

HR	Volumen	Paja	Plástico	Estiércol	Fertilizante	Promedio
2	480	45.33	39.40	60.08	56.75	50.39 a
3	720	57.32	44.56	41.73	40.21	45.95 b
4	960	39.37	51.93	40.90	51.53	45.93 b
5	1200	36.76	39.22	36.90	36.10	37.24 c
Promedio		44.69 a	43.77 a	44.90 a	46.15 a	44.87

HR = Horas de riego, Volumen = Litros aplicados por árbol y por riego. Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales ($p>0.05$) y con letra distinta son diferentes ($p<0.05$).

Cuadro 3. Evaluación del riego y coberturas sobre el peso del fruto (g).

que con la aplicación de 1200 litros de agua/árbol/riego, de igual manera superó a la cobertura de estiércol con 1200 litros de agua/árbol/riego. Este resultado afirma que la cobertura de paja puede sustituir con ventaja a la cobertura de estiércol.

El plástico con 720 litros de agua/árbol/riego, produjo los frutos de mayor peso ($p < 0.05$) en comparación a la cobertura de estiércol con 1200 litros de agua/árbol/riego. Este resultado muestra que la cobertura de plástico, además de aumentar el peso del fruto, usa más eficientemente el agua.

El plástico con 960 litros de agua/árbol/riego, superó ($p < 0.05$) a las coberturas de paja y estiércol con 1200 litros de agua/árbol/riego. Este resultado señala que el plástico puede sustituir con ahorro de agua a las coberturas de paja y estiércol.

En el cuadro 4, se expresa el efecto del riego sobre el diámetro ecuatorial del fruto, apreciándose que con la aplicación de 480 litros de agua/árbol/riego se cosechó el mayor porcentaje de frutos de tamaño extra (29%). Con la aplicación de 720 litros de agua/árbol/riego se produjo el mayor porcentaje de frutos de primera (68%) y con la aplicación de 1200 litros /árbol/riego el mayor porcentaje frutos de segunda (29%), sin que se cosecharan frutos de tercera. Estos resul-

tados significan que los tratamientos contribuyeron en la uniformidad del fruto permitiendo que todo el fruto cosechado fuese comercializado, lo que incrementa el ingreso al productor.

En el cuadro 5 se aprecia que la cobertura de paja produjo el mayor porcentaje de frutos de primera (63%), también con plástico se produjo el mayor porcentaje de frutos de primera (77%), con el fertilizante el mayor porcentaje corresponde a extra (22%), y la cobertura con paja produjo el mayor porcentaje de frutos de segunda (22%). Este resultado es importante ya que aunque no muestra diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos, significa que todos contribuyeron en la uniformidad del fruto y el tamaño es el comercial permitiendo su venta y un incremento en la rentabilidad de la huerta.

CONCLUSIONES

Mediante el riego se incrementó el número de brotes, los porcentajes más altos de fruto corresponden al tamaño de primera. Volúmenes mayores a 480 litros de agua/árbol/riego incrementaron el número de frutos por m^2 de superficie fructificante. Los frutos de mayor peso fueron obtenidos con la cobertura de estiércol de bovino, paja y fertilizante. Los tratamientos contribuyeron en la uniformidad del fruto. Los resultados sugieren que pueden ahorrarse cantidades importantes de agua por hectárea, sin reducir el peso del fruto.

HR	Volumen	Extra ($\theta \geq 5.3$)	Primera ($\theta \geq 4.3$ y ≤ 5.3)	Segunda ($\theta > 3$ y ≤ 4.2)	Tercera ($\theta < 3$)
2	480	29	59	12	0
3	720	16	68	16	0
4	960	15	66	19	0
5	1200	5	66	29	0

HR = Horas de riego, Volumen = Litros aplicados por árbol y por riego.

Nota: Los valores son el porcentaje de frutos cosechados correspondientes a cada tamaño.

Cuadro 4. Efecto del riego sobre el diámetro ecuatorial del fruto (cm.).

Cobertura	Extra ($\theta \geq 5.3$)	Primera ($\theta \geq 4.3$ y ≤ 5.3)	Segunda ($\theta > 3$ y ≤ 4.2)	Tercera ($\theta < 3$)
Paja	15	63	22	0
Plástico	9	77	14	0
Estiércol	19	61	20	0
Fertilizante	22	58	20	0

Nota: Los valores son el porcentaje de frutos cosechados correspondientes a cada tamaño.

Cuadro 5. Efecto de las coberturas sobre el diámetro ecuatorial del fruto (cm.).

Utilizando la paja que se produce en la huerta puede evitarse la compra y aplicación del estiércol y mejorar la eficiencia en la utilización del agua. También, la cobertura de paja puede sustituir con ventaja a la cobertura de estiércol.

La cobertura de plástico registró la temperatura más alta en el suelo, a la vez que produjo

brotos más grandes y el mayor porcentaje de frutos de primera (77%) además, permitió mayor eficiencia en la utilización del agua y aumentó el peso del fruto.

BIBLIOGRAFÍA

- AÑEZ, D. Manejo del riego en plantaciones de frutales, en: *Manejo de plantaciones frutícolas. División de estudios para graduados. Maracaibo: Universidad del Zulia (LUZ), 1995.*
- ARAUJO, F., et al., *A drip irrigation strategy for maximizing grapevine water use efficiency in tropical vineyards of Venezuela. Act. Hort. 493: 117-140, 1999.*
- BUSSIÈRE, F., y P. CELLIER. *Modification of the soil temperature and water content regimes by a crop residue mulch: experiment and modelling. Agric. For. Meteorol. 68:1-28, 1994.*
- CONTRERAS, A. et al., *Variaciones térmicas de suelo cubierto por acolchado (mulch) de polietileno. Agricultura Técnica Chile: 52:456-461, 1992.*
- Gabriel, E.L., et al., *Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (Lycopersicon esculentum). Acta Hort. 357:243-250, 1992.*
- GUTKOWSKI, D., y S. TERRANOVA. *Physical aspects of soil solarization. In Soil solarization. Proceedings of the First International Conference on Soil Solarization, Amman, Jordan. FAO Plant Production and Protection. Paper 109, 48-68, 1991.*
- HAM, J.M., AND G.J. KLUITENBERG. *Modeling the effect of mulch optical properties and mulch-soil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. Agric. For. Meteorol, 71:403-424, 1994.*
- LAGUADO, N., et al., *Crecimiento del fruto de guayaba (Psidium guajava L.) del tipo Criolla Roja. Rev. Fac. Agr. (LUZ). 19: 273-283, 2002.*
- LUO, Y., R.S. LOOMIS, y T.C. HSIAO. *Simulation of soil temperature in crops. Agric. For. Meteorol. 1 appendix. 61:23-38, 1992.*
- MARÍN, M., et al., *Comportamiento de tipos de guayabo (Psidium guajava L.) injertados sobre Psidium friedrichsthalianum Berg-Niedenzu. Rev. Fac. Agr. (LUZ). 17: 384-392, 2000.*
- MONTEALEGRE, J.R., B. DEFILIPPI, y J.L. HENRÍQUEZ. *Uso de la solarización y de bromuro de metilo en el control de Fusarium oxysporum f. sp. fragariae en un suelo con monocultivo de frutillas. Fitopatología 32:18-31, 1997.*
- PULLMAN, G.S., J.E. DEVAY, y R.H. GARBER. *Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for soil borne plant pathogens. Phytopathology 71:959-964, 1981.*
- URDANETA T., F. ARAUJO y L. LUGO. *Estudio comparativo sobre dos métodos para determinar el potencial hídrico en el cultivo del guayabo (Psidium guajava L.) en la Planicie de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 20: 1-9, 2003.*
- WEAICH, K., K.L. BRISTOW, y A. CASS. *Simulating maize emergence using soil and climate data. Agron. J. 88:667-674, 1996.*
- WIEN, H.C., P.L. MINOTTI, y V.P. GRUBINGER. *Polyethylene mulch stimulates early root growth and nutrient uptake of transplanted tomatoes. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 118:207-211, 1993.*
- WU, Y., K.B. PERRY, y J.B. RISTAINO, *Estimating temperature of mulched and bare soil from meteorological data. Agric. For. Meteorol. 8:299-323, 1996.*