

## USO POTENCIAL DE AGUAS RESIDUALES DE CRIADEROS DE CERDO EN LA PRODUCCIÓN DE *Capsicum chinense*

### POTENTIAL USE OF PORK FARM EFFLUENTS FOR *Capsicum chinense* PRODUCTION

Alfonzo Pérez-Gutiérrez\*, Carlos R. Dzul-Mukul, Lizette del C. Borges-Gómez,  
Luis Latournerie-Moreno, Esaú Ruiz-Sánchez y Geovanny Ayora-Ricalde

División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal. Km 16.3 antigua carr. Mérida-Motul. 97345, Conkal, Yucatán, México. Tel. y Fax. (999) 9124131 ext. 146.

\*Autor por correspondencia (riegoeiciente@hotmail.com)

#### RESUMEN

Para contrarrestar los efectos negativos que causan los residuos de la crianza de cerdos, se estudió el efecto de cuatro dosis de excreta líquida de cerdo (ELC) previamente tratada con un biodigestor tipo FAO. Los tratamientos ensayados fueron: T<sub>1</sub> (100 % ELC y 0 de % agua), T<sub>2</sub> (75 % ELC y 25 % de agua), T<sub>3</sub> (50 % ELC y 50 % de agua), T<sub>4</sub> (25 % ELC y 75 % de agua) y una fertilización química recomendada (250N-200P-300K, kg ha<sup>-1</sup>) para chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en la región (T<sub>5</sub>). El experimento se estableció en invernadero y la dosis de riego se calculó con base al 100 % de la evapotranspiración de referencia estimada con la técnica del tanque evaporímetro tipo A. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones en cada tratamiento. Se evaluó el contenido de humedad del sustrato y las variables de respuesta fueron: potencial hídrico de la hoja ( $\Psi_h$ ), rendimiento y tamaño de frutos, y distribución de biomasa. La aplicación de excreta líquida de cerdo aumentó la conductividad eléctrica del sustrato y generó un efecto negativo en la condición hídrica de la planta. El crecimiento y rendimiento de frutos de la planta disminuyó cuando se regó con el tratamiento con más ELC (T<sub>1</sub>), en cambio en las plantas tratadas con menores dosis de ELC (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>) fueron similares a las tratadas con fertilización inorgánica. A pesar de ser una alternativa para fertilizar el cultivo de chile habanero, el uso comercial de las excretas líquidas de cerdo aún no es recomendable en Yucatán, porque la biodigestión aquí aplicada no garantiza inocuidad completa de aguas y frutos.

**Palabras clave:** Excreta líquida de cerdo, rendimiento, uso eficiente de agua.

#### SUMMARY

This research evaluated the potential use of pig farm effluents in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) production. This use might alleviate the negative environmental impact caused by intensive swine production systems. Four concentrations of pig farm effluents (ELC) pre-treated in a FAO type digester were tested: T<sub>1</sub> (100 % ELC and 0 % water), T<sub>2</sub> (75 % ELC and 25 % water), T<sub>3</sub> (50 % ELC and 50 % water), T<sub>4</sub> (25 % ELC and 75 % water), and T<sub>5</sub> (standard chemical fertilization, 250N-200P-300K kg ha<sup>-1</sup>, recommended for habanero pepper production in the region). The experiment was done in a greenhouse, and irrigation was calculated using the evaporimeter tank A method. The study was established as a complete randomized block design. The variables measured included substrate moisture content, leaf water potential ( $\Psi_h$ ), fruit yield, dry biomass production and

dry biomass distribution. Irrigation with pig farm effluents increased electrical conductivity at the substrate and caused a negative effect on plant water status. Plant growth and fruit yield decreased when plants were irrigated with 100 % ELC (T<sub>1</sub>). In contrast, plant growth and fruit yield of plants irrigated with lower concentrations of ELC (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub>) was similar to that of plants treated with the standard chemical fertilization. Even though the use of ELC is a feasible alternative for plant nutrition on habanero pepper production, its commercial use is not recommended in Yucatán, as the pre-treatment of ELC using the FAO type digester does not guarantee the innocuity of the irrigation and consequently of the fruits produced by the plants.

**Index words:** Pig farm effluent, fruit yield, water use efficiency.

#### INTRODUCCIÓN

La crianza de cerdos tiene impactos negativos en aire, agua y suelo (Bravo *et al.*, 2008), principalmente por la contaminación que provoca la incorrecta disposición de las aguas residuales porcinas, generalmente sin ningún tratamiento (Cervantes *et al.*, 2007). Es común observar en las granjas sobrepoblación de animales en áreas reducidas, lo cual impide que el suelo absorba la cantidad de residuos que éstos generan, lo que plantea graves problemas en el manejo de los mismos (Varnero *et al.*, 2009). Aproximadamente 82 % del agua que ingresa en las granjas sale como agua residual, acompañada de heces, orina, alimento desperdiciado y otros materiales, que se arrastran a través de los drenajes (Bravo *et al.*, 2008).

En el estado de Yucatán, la baja profundidad del manto freático y la disposición inadecuada del agua residual ocasiona que pasen al acuífero en un tiempo relativamente corto, lo que contamina las fuentes de agua y representa un serio riesgo para la salud pública (Pacheco y Cabrera, 1997). Se estima que del total de granjas de cerdos existentes solo 15 % tiene sistemas de tratamiento de excretas, y en la porción restante no se proporcionan tratamiento alguno a sus desechos, por lo que estos residuos suelen ser arrojados a partes bajas o incluso directamente a pozos, lo que origina

serios problemas de contaminación por coliformes y nitratos en suelos y acuíferos (Soria *et al.*, 2001).

Las excretas porcinas poseen la mayoría de los nutrientes que requieren las plantas para su crecimiento y desarrollo, y debidamente tratadas y aplicadas representan un recurso valioso que puede reemplazar insumos costosos en la producción de cultivos (Mueller *et al.*, 1994). Sin embargo, en el caso de la excreta líquida de cerdo (ELC) su uso está condicionado por la alta conductividad eléctrica (CE) que presenta, con valores cercanos a  $15 \text{ dS m}^{-1}$  que afecta el desarrollo de las plantas (Soria *et al.*, 2001).

La utilización de extractos líquidos de estiércol puede ser una alternativa viable, económica, fácil y de simple obtención, ya que se aprovecha un desecho que propicia el reciclamiento de nutrientes en la producción agrícola (Capulín *et al.*, 2011). En los últimos años el empleo de los fertilizantes sintéticos es cada vez más frecuente, pero los altos costos y los problemas de contaminación que generan cuando su uso es inadecuado, justifica la búsqueda de nuevas alternativas de fertilización (Capulín *et al.*, 2007). Ante lo mencionado, se evaluaron cuatro niveles de ELC biotratada y una fertilización inorgánica en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en condiciones protegidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y establecimiento del experimento

El experimento se estableció en un invernadero ubicado en el km 16.3 de la antigua carretera Mérida-Motul, el cual se localiza en la región centro norte del estado, entre los paralelos  $21^{\circ} 02'$  y  $21^{\circ} 08'$  N y los meridianos  $89^{\circ} 29'$  y  $89^{\circ} 35'$  O, a una altura promedio de 8 m. Según la clasificación de Köppen modificada por García (1981), el clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano [Awo (X')(I) g], con temperatura media anual de  $26.6^{\circ}\text{C}$  y precipitación promedio anual de 900 mm.

El invernadero se desinfectó con cloro a 2.0 % con la cantidad de agua suficiente para humedecer las paredes de la estructura. Como macetas se utilizaron bolsas de polietileno de 20 L rellenas con una mezcla de suelo rojo (Luvisol ródico), bagazo seco de henequén y cerdaza en una relación de 2:1:1, como sustrato. Esta mezcla se desinfectó con formol a 35 % aplicado a una dosis de  $10 \text{ mL L}^{-1}$  de agua; después de aplicado el producto se cubrió con polietileno color negro por un periodo de 3 d, con la finalidad de mantener el contacto del desinfectante con el sustrato. Como planta indicadora se empleó chile habanero de la marca comercial Geneseeds®, el cual se trasplantó a dos plantas de chile habanero de 20 cm por cada bolsa de plástico de  $30 \times 35 \text{ cm}$  de diámetro y altura, respectivamente. En cuatro filas (cada

fila una repetición) se colocaron las bolsas de todos los tratamientos con separación de 0.4 m entre bolsa y de 1.4 m entre fila de bolsas.

### Estimación del riego

Se utilizó ELC procedente de un biodigestor tipo FAO de 50 d de maduración a la que se realizó la cuantificación de coliformes con la metodología descrita en la norma NOM-112-SSA1-1994 (SSA, 1995). El resultado indicó menos de 1000 NMP (número más probable) de coliformes totales, valor considerado permisible para uso agrícola, de acuerdo a la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 (CNA, 2009). Las características químicas de esta agua fueron: pH 7.43, CE (conductividad eléctrica)  $4470 \mu\text{S cm}^{-1}$ , 0.047 % de N total,  $170 \text{ mg L}^{-1}$  de P total y  $170 \text{ mg L}^{-1}$  de K total. En todos los tratamientos se utilizó agua proveniente de pozo profundo con las siguientes características: CE  $1124 \mu\text{S cm}^{-1}$  y pH 7.1. Se instaló un sistema de riego por goteo, con un emisor en cada bolsa y un gasto de  $2 \text{ L h}^{-1}$  a una presión de operación de  $1.0 \text{ kg cm}^{-2}$ .

Para homogeneizar el nivel de humedad en el sustrato, éste se regó a capacidad de campo; y se estimó la lámina de riego correspondiente a la humedad aprovechable. Los contenidos de humedad a capacidad de campo ( $\theta_{cc}$ ) y punto de marchitez permanente ( $\theta_{pmp}$ ) fueron 31.5 y 20 %, respectivamente. Para el cálculo de la lámina de riego se usó la fórmula:

$$Lr = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) \cdot P_r \cdot D_a$$

donde:  $Lr$  = lámina de riego (cm),  $\theta_{cc}$  = capacidad de campo (%),  $\theta_{pmp}$  = punto de marchitez permanente (%),  $P_r$  = profundidad de la bolsa (m), y  $D_a$  = densidad aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ ).

Después se estimó el volumen de agua para regar cada bolsa, como se describe a continuación:

$$R = Lr \cdot A$$

donde:  $R$  = riego inicial ( $\text{cm}^3$ ),  $Lr$  = lámina de riego (cm),  $A$  = área de la bolsa ( $\text{cm}^2$ ).

El volumen de agua para los riegos posteriores se calculó con base al total de la evapotranspiración de referencia ( $ET_o$ ), estimada con el método del tanque evaporímetro tipo A (Pérez *et al.*, 2008) con la siguiente fórmula:

$$ET_o = E_o \cdot K_t$$

donde:  $ET_o$  = evapotranspiración potencial ( $\text{mm d}^{-1}$ ),  $E_o$  = evaporación registrada en el tanque tipo A ( $\text{mm d}^{-1}$ ),  $K_t$  = coeficiente del tanque, definida con base en los datos promedio de

la humedad relativa, velocidad del viento y radio del cultivo.

Finalmente, el volumen de los riegos que se aplicaron los días lunes, miércoles y viernes, se calculó como se describe a continuación:

$$Rd = ETo \cdot A$$

donde:  $Rd$  = riego diario ( $\text{cm}^3$ ),  $ETo$  = evapotranspiración de referencia ( $\text{mm d}^{-1}$ ),  $A$  = área de la bolsa ( $\text{cm}^2$ ).

### Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron cuatro volúmenes de ELC y un tratamiento de fertilización química convencional. Una vez definido el volumen de riego se generaron los tratamientos, que quedaron de la siguiente manera:  $T_1$  (100 % de ELC y 0 % de agua),  $T_2$  (75 % de ELC y 25 % de agua),  $T_3$  (50 % de ELC y 50 % de agua), y  $T_4$  (25 % de ELC y 75 % de agua). Para el tratamiento químico se utilizó el recomendado por Soria *et al.* (2002) que corresponde a 250N-200P-300K  $\text{kg ha}^{-1}$ . Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de tres bolsas con dos plantas en cada una, para un total de seis plantas. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico JMP® (SAS, 1989), y las comparaciones múltiples de medias con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### Variables evaluadas

El contenido de humedad del sustrato se midió cada 15 d después del trasplante y hasta antes de aplicar el riego. Para ello, de una bolsa por cada unidad experimental se obtuvo una muestra del sustrato a una profundidad de 15 cm con una barrena metálica cilíndrica de 2 cm de diámetro. El contenido de humedad se estimó con el método gravimétrico, que consistió en pesar la muestra del sustrato húmedo, y luego en peso seco después de secar en una estufa de aire forzado (marca Felisa® Mod FE-292AD, México) a 105 °C hasta peso constante. El potencial hídrico foliar ( $\Psi_h$ ) se mi-

dió con una bomba de presión Scholander (Soil Moisture Equipment Corp®, Mod. 3115; USA) según la metodología de Scholander *et al.* (1964), cada 15 d a las 13:00 h. La medición se hizo en dos hojas sanas, totalmente desarrolladas y expuesta al sol de cada tratamiento y cada repetición. La lectura del manómetro del equipo se hizo en megapascals (MPa).

Se consideraron cinco cortes de peso fresco de fruta como rendimiento total por planta de cada unidad experimental. En cada corte se contó el número de frutos cosechados, y se estimó el peso promedio de frutos mediante el cociente peso fresco/número de frutos cosechados. La producción y distribución de la biomasa se cuantificó al final del experimento en 15 plantas elegidas al azar por tratamiento; en cada planta se separaron los órganos (tallo, hoja, raíz y fruto), se depositaron en bolsas de papel y se secaron en una estufa de aire forzado (marca Felisa Mod FE-292AD, México) a 65 °C hasta peso constante, para luego medir su peso individual. La biomasa total se obtuvo de la suma de todos los órganos de la planta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Condición hídrica y crecimiento

Los tratamientos aplicados no influyeron significativamente en el contenido de humedad del sustrato de los tratamientos pero si en el potencial hídrico de la hoja ( $\Psi_h$ ), y en la conductividad eléctrica (CE) del sustrato ( $P \leq 0.05$ ). En general, la CE del sustrato aumentó y el  $\Psi_h$  disminuyó conforme el tratamiento aplicado tenía más proporción de ELC (Cuadro 1). Así, el tratamiento  $T_1$  que contenía la mayor concentración de ELC (100 %) tuvo la CE más elevada y el  $\Psi_h$  más bajo, lo cual es atribuible a la elevada concentración de sales en la excreta líquida que reduce el potencial osmótico del sustrato (Lira y Mayek, 2006; Pérez *et al.*, 2008) y por ende la raíz absorbe menos agua. En cambio, el tratamiento testigo sin aplicación de excreta líquida tuvo la menor CE y el mayor  $\Psi_h$ .

**Cuadro 1. Conductividad eléctrica del sustrato y su efecto en el potencial hídrico de la hoja ( $\Psi_h$ ) de chile habanero ( $\pm$  error estándar) regado con excreta líquida de cerdo (ELC), en Yucatán, México.**

Tratamiento	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Contenido de humedad <sup>a</sup> (%)	$\Psi_h$ (MPa)
$T_1$	$1734.6 \pm 69.5$ a	$34.7 \pm 2.3$ a	$-1.10 \pm 0.03$ c
$T_2$	$1326.0 \pm 47.6$ b	$36.7 \pm 2.2$ a	$-0.99 \pm 0.02$ b
$T_3$	$1452.0 \pm 141.9$ ab	$32.8 \pm 2.4$ a	$-0.99 \pm 0.03$ b
$T_4$	$1360.2 \pm 97.9$ ab	$32.0 \pm 0.9$ a	$-0.91 \pm 0.00$ b
$T_5$	$1260.8 \pm 27.3$ b	$32.2 \pm 0.7$ a	$-0.79 \pm 0.01$ a

Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). <sup>a</sup>Medida en el sustrato al final del experimento;  $T_1$  = 100 % ELC y 0 % de agua;  $T_2$  = 75 % ELC y 25 % de agua;  $T_3$  = 50 % ELC y 50 % de agua;  $T_4$  = 25 % ELC y 75 % de agua y  $T_5$  = fertilización química.

La magnitud de la respuesta de las plantas se encuentra estrechamente relacionada con la concentración de sales y la especie o cultivar a tratar. En plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) la salinidad provoca un sinnúmero de efectos fisiológicos, morfológicos y bioquímicos, que afectan la altura, el número de hojas y el área foliar (Goykovic y Saavedra, 2007). En *Capsicum annuum*, Villa *et al.* (2006) reportaron que el nivel de salinidad afecta diferencialmente a la transpiración ya que con los niveles de CE de 3.5 y 5.5 dS m<sup>-1</sup> la transpiración se redujo en 18 y 36 %, respectivamente, al inicio de la floración; reducciones similares (13 y 37 %) ocurrieron en la etapa de maduración de los primeros frutos. Esta susceptibilidad de los picantes a la salinidad está asociada al estrés hídrico impuesto por la disminución del potencial osmótico del medio de enraizamiento pese a la existencia de una humedad aprovechable, además del efecto tóxico de los iones (Salas *et al.*, 2001).

La sensibilidad del chile a la creciente CE originó que el menor crecimiento ocurrirá en el tratamiento con mayor ELC (T<sub>1</sub>). La concentración alta de sales en el medio de las raíces disminuye la absorción del agua debido a un menor potencial osmótico del sustrato y la acumulación de iones en los tejidos de la planta que pueden alcanzar niveles tóxicos. Al mismo tiempo, la salinidad puede inducir desequilibrios nutricionales debidos a modificaciones en la absorción y distribución de los nutrimentos esenciales (Morales *et al.*, 2012).

**Producción de biomasa y rendimiento de chile habanero**

La acumulación de biomasa en los órganos de la planta de chile habanero fue estadísticamente igual con la fertilización química (T<sub>5</sub>), cuya biomasa total fue de 266 g/planta, que con T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> (222 y 223 g/planta, respectivamente). Las plantas tratadas con el mayor porcentaje de ELC (T<sub>1</sub>) presentaron una reducción de 42 % en biomasa total con respecto a las plantas del T<sub>5</sub> (Cuadro 2). Similarmente, Goykovic y Saavedra (2007) mostraron que la alta CE reduce

la longitud de raíces, la altura del tallo el número de hojas y desecación en los bordes de las hojas, de modo que hay menos producción de fotoasimilados. Los efectos adversos del estrés salino sobre el crecimiento de la planta de chile habanero se pueden atribuir a los efectos tóxicos específicos de iones en exceso en la solución del suelo, los cuales también reducen el potencial osmótico de las células, provocan desequilibrio nutricional de los cationes en los tejidos, y reducen la fijación de carbono durante la fotosíntesis (Gad, 2005).

El rendimiento de fruto también fue mayor (37.3 %) en las plantas con fertilización química (T<sub>5</sub>) (653 g/planta) que en el tratamiento T<sub>1</sub> (Cuadro 3), pero el testigo T<sub>5</sub> estadísticamente tuvo el mismo rendimiento de fruto que con los tratamientos de ELC diluidos con agua (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>). Tal efecto del T<sub>1</sub> en el rendimiento se explica principalmente por la reducción del número de frutos producidos por planta, más que por efecto en el peso individual del fruto. También Goykovic y Saavedra (2007) observaron que la salinidad provoca en las plantas efectos negativos fisiológicos, morfológicos y bioquímicos, tales como disminución de la fotosíntesis y menor rendimiento de fruto.

**CONCLUSIONES**

El cultivo de chile habanero regado con el 100 % de excreta líquida de cerdo previamente tratado con un biodigestor tipo FAO incrementa la conductividad eléctrica del sustrato y ésta a su vez disminuye el potencial hídrico de la hoja (Ψh), el crecimiento y rendimiento de la planta. En cambio con diluciones iguales o menores a 50 % de excreta líquida de cerdo se pueden obtener valores agronómicos similares que con la fertilización inorgánica. No obstante, el uso comercial de las excretas líquidas de cerdo aún no es recomendable en Yucatán, porque la biodigestión aquí aplicada no garantiza inocuidad completa de aguas y frutos. En este sentido será necesario probar otros métodos más eficientes para que las excretas queden libres de patógenos y contaminantes que no pongan en riesgo la salud humana.

**Cuadro 2. Producción y distribución de biomasa (+ error estándar) de chile habanero con la aplicación de excreta líquida de cerdo (ELC), en Yucatán, México.**

Tratamiento	Biomasa seca (g/planta)				
	Fruto	Hoja	Tallo	Raíz	Total
T <sub>1</sub>	62.8 ± 5.7 c	50.6 ± 2.8 a	34.4 ± 2.7 b	8.1 ± 0.9 b	155.9 ± 7.9 c
T <sub>2</sub>	102.9 ± 4.9 b	54.0 ± 3.8 a	36.3 ± 5.3 b	8.6 ± 0.7 b	201.9 ± 11.1 bc
T <sub>3</sub>	93.0 ± 5.7 b	66.9 ± 4.7 a	49.5 ± 4.3 ab	12.6 ± 0.9 a	222.1 ± 12.0 ab
T <sub>4</sub>	101.9 ± 5.1 b	59.8 ± 3.6 a	49.0 ± 4.3 ab	12.8 ± 0.6 a	223.5 ± 9.3 ab
T <sub>5</sub>	127.9 ± 5.2 a	67.2 ± 4.0 a	56.2 ± 3.7 a	15.3 ± 0.8 a	266.7 ± 9.3 a

Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). T<sub>1</sub> = 100 % ELC y 0 % de agua; T<sub>2</sub> = 75 % ELC y 25 % de agua; T<sub>3</sub> = 50 % ELC y 50 % de agua; T<sub>4</sub> = 25 % ELC y 75 % de agua y T<sub>5</sub> = fertilización química.

**Cuadro 3. Rendimiento, número y peso fresco de fruto de chile habanero ( $\pm$  error estándar) regado con excreta líquida de cerdo (ELC), en Yucatán, México.**

Tratamiento	Rendimiento de fruto (g/planta)	Número de frutos por planta	Peso por fruto (g)
T <sub>1</sub>	409.6 $\pm$ 49.9 b	63.5 $\pm$ 8.9 b	6.5 $\pm$ 0.3 a
T <sub>2</sub>	569.2 $\pm$ 37.8 ab	88.7 $\pm$ 3.5 b	6.4 $\pm$ 0.2 a
T <sub>3</sub>	588.3 $\pm$ 28.7 a	92.1 $\pm$ 4.2 b	6.4 $\pm$ 0.1 a
T <sub>4</sub>	562.2 $\pm$ 49.5 ab	89.2 $\pm$ 5.9 b	6.3 $\pm$ 0.5 a
T <sub>5</sub>	653.4 $\pm$ 26.6 a	123.3 $\pm$ 7.3 a	5.3 $\pm$ 0.1 a

Medias con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). T<sub>1</sub> = 100 % ELC y 0 % de agua; T<sub>2</sub> = 75 % ELC y 25 % de agua; T<sub>3</sub> = 50 % ELC y 50 % de agua; T<sub>4</sub> = 25 % ELC y 75 % de agua y T<sub>5</sub> = fertilización química.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bravo A. A., A. Mejía, G. Ramírez, M. A. Herradora, J. L. Pablos y R. Martínez (2008) Evaluación del suministro de agua residual tratada por separación-sedimentación-filtración en la salud de cerdos destetados. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 46:287-302.
- Capulín G. J., R. Núñez E., J. L. Aguilar A., M. Estrada B., P. Sánchez G. y J. J. Mateo S. (2007) Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13:5-11.
- Capulín G. J., L. Mohedano C., M. Sandoval E. y J. C. Capulín V. (2011) Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 17:105-114.
- Cervantes F. J., J. Saldívar y J. F. Yescas (2007) Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 3:3-12.
- CNA, Comisión Nacional del Agua (2009) Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Metodologías para Análisis de Aguas. Coyoacán, México, D.F. 71 p.
- Gad N. (2005) Interactive effect of salinity and cobalt on tomato plants. II-Some physiological parameters as affected by cobalt and salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 1:270-276.
- García E. (1981) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª ed., México. 71 p.
- Goykovic C. V. y G. Saavedra (2007) Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDE-SIA (Chile)* 25:47-58.
- Lira M. K. y N. Mayek P. (2006) Potencial osmótico variable en el crecimiento in vitro y la patogenicidad en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de *fusarium* spp. *Revista Mexicana de Fitopatología* 24:88-97.
- Morales G. D., P. Rodríguez H., J. M. Dell'Amico R., M. J. Sánchez B. y A. Torrecillas (2012) Efecto del preacondicionamiento a la salinidad en las relaciones hídricas, el intercambio gaseoso y la conductividad hidráulica de las raíces en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Amalia). *Cultivos Tropicales* 33:57-62.
- Mueller J. P., J. P. Zublena, M. H. Poore, J. C. Barker and J. T. Green Jr. (1994) Managing pasture and hay fields. Receiving nutrients from anaerobic swine waste lagoons. North Caroline Cooperative Extension Service. North Carolina State University. AG-506.
- Pacheco J. and A. Cabrera (1997) Groundwater contamination by nitrates in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Hidrogeology Journal* 5:47-53.
- Pérez G. A., A. Pineda D., L. Latournerie M., W. Pam P. y C. Godoy A. (2008) Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. *Terra Latinoamericana* 26:53-59.
- Quintal O. W. C., A. Pérez G., L. Latournerie M., C. May L., E. Ruiz S. y A. J. Martínez C. (2012) Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 35:155-160.
- Salas J. A., E. M. Sanabria y R. Pire (2001) Variación en el índice y densidad estomática en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sometidas a tratamientos salinos. *Bioagro* 13:99-104.
- SAS, Statistical Analysis System (1989) User's Guide: Basic. Versión JMP 3.2.5. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Scholander P. F., H. T. Hammel and E. D. Badstret (1964) Sap pressure in vascular plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 52:119-125.
- Soria F. M. J., R. Ferrera, J. Etchevers, G. Alcántar, J. Trinidad, L. Borges C. y G. Pereyda P. (2001) Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra Latinoamericana* 19:353-362.
- Soria F. M. J., A. Trejo R., J. M. Tun S. y R. Terán S. (2002) Paquete Tecnológico para la Producción de chile habanero. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, Yucatán, México. 416 p.
- SSA, Secretaría de Salud (1995) NOM-112-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. 16 p.
- Varnero M. T., S. Muñoz y R. Zúñiga (2009) Valoración agrícola de purines procesados con aserrín de pino. *Información Tecnológica* 20:85-92.
- Villa C. M., E. A. Catalán, M. A. Inzunza y I. Sánchez (2006) La fertilización nitrogenada y la salinidad del suelo afectan la transpiración y absorción de nutrimentos en plantas de chile. *Terra Latinoamericana* 24:391-399.