

EFFECTO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE SEIS VARIETADES DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)

Effect of organic substrates on the growth of six varieties of jalapeño (*Capsicum annuum* L.)

Felix Alfredo Beltrán-Morales¹, José Luis García-Hernández^{2*}, Francisco Higinio Ruiz-Espinoza¹, Ricardo David Valdez-Cepeda^{3,4}, Pablo Preciado-Rangel⁵, Manuel Fortis-Hernández⁵, Alberto González-Zamora²

¹ Universidad Autónoma de Baja California Sur Carretera al Sur Km. 5.5, Col. El Mezquitito. CP. 23080, La Paz, BCS

² Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango, Ej. Venecia, CP. 35000, Gómez Palacio, Durango, México.

³ Universidad Autónoma Chapingo-CRUCEN. Cruz del Sur Núm. 100, Constelaciones, CP. 98060, Zacatecas, Zac.

⁴ Universidad Autónoma de Zacatecas. Calzada Solidaridad esq. Paseo La Bufa, CP 98060, Zacatecas, Zac.

⁵ Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro Km 7.5. Ejido Ana. CP. 27170, Torreón, Coahuila.

* Autor de correspondencia: josel.garciahernandez@yahoo.com

Nota científica **recibido:** 12 de diciembre de 2013, **aceptado:** 30 de julio de 2015

RESUMEN. Un buen número de productores de hortalizas interesados en la agricultura orgánica, no pueden participar en este nicho de mercado debido a la escasa disponibilidad de fertilizantes orgánicos que satisfagan las necesidades nutrimentales de los cultivos, que los fertilizantes químicos, además de biológicos y ecológicos. Se utilizaron tres diferentes fuentes de fertilización en seis genotipos de chile jalapeño, los tratamientos fueron estiércol bovino, vermicomposta y un testigo con fertilizante químico. Los genotipos se colectaron en el norte de México, el manejo del cultivo se realizó de acuerdo con la normatividad orgánica de los Estados Unidos. Los resultados mostraron que la vermicomposta suministró todos los nutrimentos necesarios para el crecimiento del chile. Los genotipos Euforia y Don Julio presentaron el mayor crecimiento y desarrollo en las variables evaluadas.

Palabras clave: Nutrición vegetal, agricultura orgánica, agroecología, sustratos, abono orgánico

ABSTRACT. A large number of vegetable producers interested in organic agriculture cannot participate in this market area due to the limited availability of organic compost able to meet the nutritional needs of the crops in the same manner as chemical, biological and ecological fertilizers. Three different fertilization sources were used in six jalapeño genotypes. The treatments were as follows: bovine manure, vermicompost, and a control sample with a chemical fertilizer. The genotypes were collected in northern Mexico; the crop handling was done in accordance to organic laws of the United States. The results showed that vermicompost supplied all the necessary nutrients for plant growth. The Euforia and Don Julio genotypes presented the largest growth and development in the assessed variables.

Key words: Plant nutrition, organic agriculture, agroecology, substrates, organic compost

INTRODUCCIÓN

El incremento en la demanda de alimentos sin fertilización química, ha obligado al sector agrícola a generar nuevas tecnologías que permitan aumentar el rendimiento por unidad de superficie y la calidad (Godfray *et al.* 2010). El chile es una de las hortalizas que incrementó su demanda en forma continua en los últimos años (Morón y Alayon

2014). Esto ha motivado el incremento en la producción, lo cual ha sido gracias al aumento en el rendimiento por unidad sembrada y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada (SIAP 2012). En México, el chile es una de las especies hortícolas con mayor importancia desde épocas prehispanicas, por sus usos en las prácticas culturales; su valor se refleja en la aportación de divisas en la balanza agropecuaria y los empleos generados (SIAP

2012, Caro et al. 2014).

La obtención de plantas sanas y vigorosas, comienza desde la germinación en el sustrato, que debe tener las condiciones fisicoquímicas y nutrientes adecuadas para su desarrollo (Guzmán 2003); por lo que la generación de tecnología para el crecimiento de plántulas sanas y vigorosas es un requerimiento necesario (Hartmann y Kester 2002.). En la actualidad, existe una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, su elección depende de la especie vegetal a propagar, del tipo de propágulo, de la época de siembra, del sistema de propagación, del costo, de la disponibilidad y de las características propias del sustrato (Abad y Noguera 2000). Sin embargo, desde el punto de vista ambiental, los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato, son la durabilidad y la capacidad para ser reciclado (Abad y Noguera 2000). En México, el sustrato más utilizado para la producción de plantas es el estiércol de bovino, debido a que sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento (Ocampo et al. 2005), el cual se utiliza de forma solarizado para disminuir la cantidad de microorganismos patógenos (Ocampo et al. 2005). La elección de un sustrato es trascendental, ya que permite proporcionar las condiciones apropiadas al cultivo (Ocampo et al. 2005); por ello, surge la necesidad de disponer de materiales de la localidad, que sean estables, de calidad e inocuidad, además de bajo costo. Por lo antes mencionado, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del estiércol solarizado y la vermicomposta en el crecimiento de plantas de chile, bajo condiciones de invernadero y campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), localizado a 24° 30' 22" LN y 104° 40' 35" LO, con altitud de 1 120 msnm. El campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), se

localiza a 25° 46' 56" LN y 103° 21' 02" LO; a una altura de 1 110 msnm.

Se evaluaron los genotipos de chile Autlán, BL5, Don Julio, Euforia, El Forajido y HMX 8665; la semilla de estos genotipos se obtuvo de productores que mantienen estos materiales, sin que se pueda precisar la variedad o distribuidor comercial original. La germinación de las semillas de los genotipos de chile, se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades, desinfectadas durante 24 h en una solución de hipoclorito de sodio al 5 %; para luego lavarlas con agua y ponerlas en una mezcla de Peat Moos y vermiculita. De cada uno de los seis genotipos de chile jalapeño se sembraron 50 semillas, a profundidad aproximada de 5 mm, colocando una semilla por cavidad. Las bandejas se introdujeron en bolsas de polietileno negro por 72 h, aplicando riegos cada 24 h con un atomizador hasta drenar. A la cuarta semana de la siembra, cuando las plantas tenían en promedio 16 cm de altura, se efectuó el trasplante en campo e invernadero.

Los tratamientos utilizados fueron: estiércol solarizado y vermicomposta (Tabla 1) y el tratamiento testigo que fue una mezcla de arena y perlita en invernadero, así como suelo agrícola en campo abierto. El estiércol bovino se obtuvo de los establos de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, para el proceso de solarizaron el estiércol se tapó con polietileno negro con un grosor de 100 μm , por 30 d. Mientras que el vermicompostaje se realizó con la lombriz *Eisenia fetida* por cuatro meses.

Las plantas en invernadero se colocaron en bolsas de polipropileno de 20 kg de capacidad, en las que se colocó 80 % de arena y 20 % de sustrato (peso/peso). Mientras que en campo, los tratamientos fueron de 60 y 80 t de vermicomposta y estiércol solarizado, respectivamente. El testigo en invernadero se fertilizó con la solución nutritiva de Steiner (Steiner 1984); mientras que en campo se fertilizó con 30 y 100 kg ha⁻¹ de N y P, respectivamente. En el caso de la siembra en campo, se utilizó un sistema de riego goteo subterráneo, con cintilla de plástico a profundidad de 40 cm con separación entre cintillas de 80 cm.

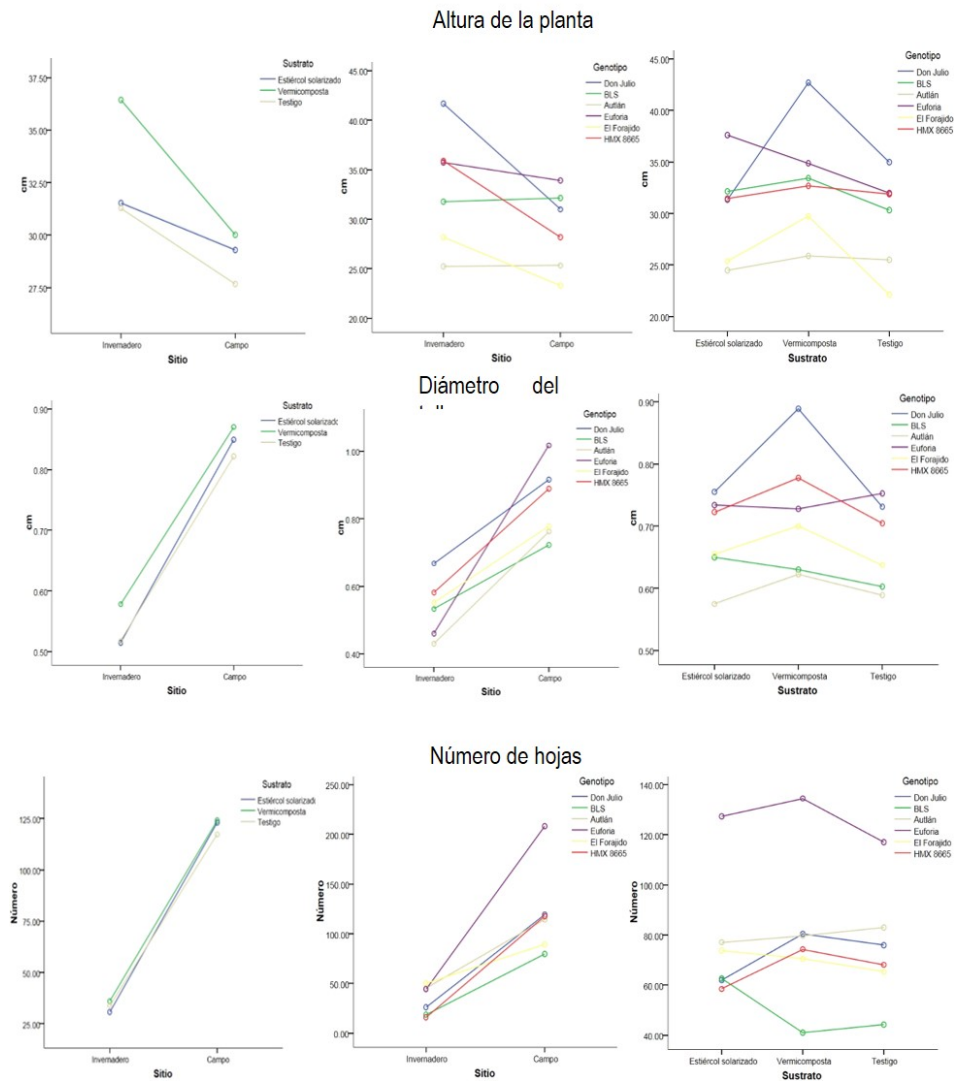


Figura 1. Comportamiento de las variables de crecimiento de seis genotipos de Chile con tres tipos de tratamiento de fertilización (vermicomposta, estiércol bovino solarizado y fertilización química) en dos sistemas de producción (invernadero y campo abierto).

En cada uno de los casos de estudio se determinó la evapotranspiración (ET) diaria, la cual se calculó con la metodología del tanque evaporímetro tipo "A" mediante la ecuación:

$$ET_c = (E_o) (K)$$

Donde ET= evaporación de referencia (mm.d), E_o= evaporación registrada en el tanque evaporímetro clase tipo "A" (mm.d), K= coe-

ficiente del tanque, el cual considera el medio ambiente que rodea el tanque evaporímetro. La evaporación total del cultivo (ET_c) a reponer se obtuvo al multiplicar la ET por el porcentaje de reposición al 0.8. El diseño utilizado en el experimento fue un trifactorial con cuatro repeticiones por tratamiento en donde los factores fueron: a) los seis genotipos (Don Julio, BL5, Autlán, Eufonia, El Forajido y HMX8665), b) los tres tratamientos de fertilización (estiércol, vermicomposta y tes-

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los sustratos utilizados en el experimento.

Nutriente/Característica	T1 = Arena	T2 = Arena
	+ Estiércol solarizado	+ Vermicomposta
Nitratos (mg kg ⁻¹)	9.25	13.72
Fósforo (mg kg ⁻¹)	16.53	15.33
Carbonatos (%)	8.90	3.30
Potasio (mg kg ⁻¹)	228.50	198.5
Fierro (mg kg ⁻¹)	1.82	1.76
Cobre (mg kg ⁻¹)	0.53	0.49
Zinc (mg kg ⁻¹)	0.65	0.53
Manganeso (mg kg ⁻¹)	2.98	2.91
CIC (meq/100 gr)	7.00	9.00
pH	7.96	7.91
MO (%)	8.80	7.04
CE (mScm ⁻¹)	3.26	3.21
RAS	2.78	2.95
PSI	2.76	2.99

tigo) y c) las dos localidades (invernadero y cielo abierto).

Las variables se evaluaron en cuatro plantas, a las que se les midieron la altura de la planta desde la base del tallo hasta la yema apical, el diámetro del tallo a un 1 cm de la base del tallo se midió con vernier. El análisis estadístico de los datos se realizó bajo un ANOVA, mientras que la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey, todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS para Windows versión 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con la altura de la planta, se encontró que las plantas en invernadero crecieron más en que en campo (Figura 1). Al respecto, se sabe que las plantas en invernadero aprovechan mejor la luz, los nutrientes y el agua, que las plantas en campo (Castilla y Hernández 1995, Barandiaran 2009). Lo cual puede explicar la mayor altura de las plantas bajo invernadero, presentando los genotipos Don Julio y Euforia, la mayor altura en el tratamiento con vermicomposta. En lo referente a la mayor altura de planta en el tratamiento con vermicomposta, se sabe que este tipo de abonos orgánicos no sólo aportan nutrimentos y materia orgánica al suelo o sustrato donde se aplican, sino que también aportan hormonas y promotores de crecimiento que influyen en la mayor altura, desarrollo y rendimiento

de los cultivos en los que se utilizan (Arancon et al. 2004).

Para el diámetro del tallo, se observaron diferencias significativas entre genotipos, en el sitio de siembra y sustrato. Presentando en campo y con vermicomposta el genotipo Don Julio, el mayor diámetro (Figura 1, Tabla 2). Por lo que el aporte nutricional que brindó este sustrato y sus adecuadas propiedades físicas, ofrecieron las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas de Chile. Los tratamientos suelo agrícola y estiércol solarizado propiciaron diámetros con medidas similares entre ellos, cuando se comparan los sustratos en el mismo sitio de siembra. Por lo que estos resultados difieren con Normann (1993), quien señala que las mezclas de sustratos logran mejorar las propiedades del material original, por lo que es difícil encontrar en la naturaleza un material que satisfaga todas las exigencias de un sustrato ideal. Con respecto al número de hojas, en la Tabla 2 se muestra que hubo diferencias significativas en el genotipo y el sitio de siembra, mientras que en los sustrato no se observaron diferencias (Figura 1). Presentando el genotipo Euforia en campo con vermicomposta (Figura 1) el mayor número de hojas, lo cual coincide con Nieto et al (2002) quienes encontraron que con la vermicomposta los cultivos tuvieron su mayor área foliar.

Los sustratos evaluados presentaron efectos favorables en la dinámica de crecimiento de las plan-

Tabla 2. Comparación de la interacción genotipo-sitio-sustrato para el diámetro del tallo y número de hojas.

Sitio	Sustrato	Diámetro de Tallo			Numero de Hojas			
		Media	Límite Inferior	Limite Superior	Media	Límite Inferior	Limite Superior	
Don Julio	Estiércol	0.405 ^{c*}	0.336	0.475	10.889 ^{c*}	-3.861	25.638	
	Invernadero	Vermicomposta	0.475 ^a	0.406	0.545	19.472 ^a	4.723	34.222
		Testigo	0.423 ^b	0.353	0.492	12.806 ^{bc}	-1.944	27.555
	Campo	Estiércol	0.603 ^c	0.534	0.673	63.111 ^b	48.362	77.861
		Vermicomposta	0.673 ^a	0.604	0.743	71.694 ^a	56.945	86.444
		Testigo	0.621 ^b	0.551	0.69	65.028 ^b	50.278	79.777
BL5	Estiércol	0.240 ^b	0.171	0.310	4.722 ^c	-10.027	19.472	
	Invernadero	Vermicomposta	0.310 ^a	0.241	0.38	13.306 ^a	-1.444	28.055
		Testigo	0.258 ^b	0.188	0.327	6.639 ^{bc}	-8.111	21.388
	Campo	Estiércol	0.438 ^b	0.369	0.508	56.944 ^b	42.195	71.694
		Vermicomposta	0.508 ^a	0.439	0.578	65.528 ^a	50.778	80.277
		Testigo	0.456 ^b	0.386	0.525	58.861 ^b	44.112	73.611
Autlán	Estiércol	0.245 ^{bc}	0.176	0.315	13.722 ^c	-1.027	28.472	
	Invernadero	Vermicomposta	0.315 ^a	0.246	0.385	22.306 ^a	7.556	37.055
		Testigo	0.263 ^b	0.193	0.332	15.639 ^{bc}	0.889	30.388
	Campo	Estiércol	0.443 ^b	0.374	0.513	65.944 ^b	51.195	80.694
		Vermicomposta	0.513 ^a	0.444	0.583	74.528 ^a	59.778	89.277
		Testigo	0.461 ^b	0.391	0.53	67.861 ^b	53.112	82.611
Euforia	Estiércol	0.334 ^c	0.264	0.403	39.389 ^b	24.639	54.138	
	Invernadero	Vermicomposta	0.404 ^a	0.334	0.473	47.972 ^a	33.223	62.722
		Testigo	0.351 ^{bc}	0.282	0.421	41.306 ^b	26.556	56.055
	Campo	Estiércol	0.531 ^b	0.462	0.601	91.611 ^b	76.862	106.361
		Vermicomposta	0.601 ^a	0.532	0.671	100.194 ^a	85.445	114.944
		Testigo	0.549 ^b	0.479	0.618	93.528 ^{ab}	78.778	108.277
El Forajido	Estiércol	0.314 ^c	0.244	0.383	10.556 ^c	-4.194	25.305	
	Invernadero	Vermicomposta	0.384 ^a	0.314	0.453	19.139 ^a	4.389	33.888
		Testigo	0.331 ^{bc}	0.262	0.401	12.472 ^{bc}	-2.277	27.222
	Campo	Estiércol	0.511 ^c	0.442	0.581	62.778 ^b	48.028	77.527
		Vermicomposta	0.581 ^a	0.512	0.651	71.361 ^a	56.612	86.111
		Testigo	0.529 ^{bc}	0.459	0.598	64.694 ^b	49.945	79.444
Hmx8665	Estiércol	0.364 ^c	0.294	0.433	15.056 ^c	0.306	29.805	
	Invernadero	Vermicomposta	0.434 ^a	0.364	0.503	23.639 ^a	8.889	38.388
		Testigo	0.381 ^b	0.312	0.451	16.972 ^{bc}	2.223	31.722
	Campo	Estiércol	0.561 ^c	0.492	0.631	67.278 ^b	52.528	82.027
		Vermicomposta	0.631 ^a	0.562	0.701	75.861 ^a	61.112	90.611
		Testigo	0.579 ^{bc}	0.509	0.648	69.194 ^b	54.445	83.944

*Valores con la misma literal son estadísticamente similares (Tukey $P \leq 0.05$). La comparación de medias corresponde a los tratamientos de las fuentes de fertilización para cada genotipo, tanto en invernadero como en campo.

tas de chile jalapeño, destacando el genotipo Euforia cuando se trasplantó en campo con vermicomposta, lo que indica que es el genotipo más adecuado para las condiciones que se presentan en la Comarca Lagunera. Con respecto al largo de las hojas se observó que la vermicomposta tuvo un buen desarrollo en condiciones de invernadero. Mientras que en campo abierto, el tratamiento con estiércol bovino y el genotipo Don Julio fue el tratamiento que tuvo el mayor largo de hoja. Aunque el genotipo Autlán tuvo valores similares de largo de hoja que el genotipo Don Julio en Invernadero. Al respecto, se sabe que el estiércol es un recurso con alto po-

tencial de uso, en campo abierto (Quilty and Cattle 2011). Ya que desde hace años, ha sido estudiado como alternativa para mejorar el suelo y los abonos orgánicos (Mauromicale et al. 2011). En la Figura 1 se observa que la vermicomposta es el abono orgánico que tuvo el mayor crecimiento de plantas. Al respecto se ha reportado que este sustrato tiene el potencial de afectar de forma positiva el crecimiento de las plantas (Bachman y Metzger 2008). Se sabe que el crecimiento de los cultivos está relacionado con la actividad hormonal y con los microorganismos del suelo. Por lo que se supone que varios de estos microorganismos se encuentran

en la vermicomposta, además de que tienen la capacidad de fijar nutrientes como el nitrógeno y hacer más disponibles los nutrientes para la planta (Atiyeh *et al.* 2002). En conclusión los sustratos evaluados presentaron efectos diferentes en la dinámica del crecimiento de las plantas de chile jalapeño, destacan los genotipos Don Julio y Euforia en campo e invernadero. Por lo que son los más adecuados para

las condiciones de la Comarca Lagunera.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto CB-2009-134382, así como a la Dra. A. Rebeca Pérez Morales por su ayuda en la utilización del software para el análisis estadístico.

LITERATURA REVISADA

- Abad M, y Noguera P (2000) Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Manual del cultivo sin suelo. Universidad de Almería-Mundi-Prensa. Madrid. pp: 137-183.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R, Metzger JD (2004) Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology* 93: 139-144.
- Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ, Metzger JD (2002) The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology* 84: 7-14.
- Bachman GR, Metzger JD (2008) Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology* 99: 3155-3161.
- Barandiaran N (2009) Agricultura protegida, gran oportunidad. <http://www.altonivel.com.mx/agricultura-protegida-gran-oportunidad.html>. Fecha de consulta 17 de octubre de 2014.
- Caro EM, Leyva MC, Rios SJ (2014) Competitividad mundial de la productividad de chile verde en México. *Revista de Economía XXXI*: 95-128
- Castilla N, Hernández J (1995) Protected cultivation in Mediterranean área. *Plasticultura* 107: 13-20.
- Godfray J, Beddington J, Crute I, Haddad L, Lawrence D, Muir, Pretty J, Robinson S, Thomas S, Toulmin C (2010) Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327: 812-818
- Guzmán JM (2003) Sustratos y tecnología de almácigo. In: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCR-CYTED. San José, Costa Rica. 25p.
- Hartmann H, Kester D (2002) Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 880p.
- Mauromicale G, Grazia Longo AM, Lo Monaco A (2011) The effect of organic supplementation of solarized soil on the quality of tomato fruit. *Scientia Horticulturae* 129: 189-196.
- Morón RA y Alayón GJA (2014) Productividad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. *Revista Avances de Investigación Agropecuaria*. 18: 35-40
- Nieto-Garibay A, Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Larrinaga-Mayoral J y García-Hernández JL (2002) El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible de chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27: 417-421.
- Normann A (1993) Sustratos hortícolas: Turfa a casca de arroz. *Lavoura Arrozeira* 46: 12-13.
- Ocampo M J, Caballero MR, Tornero CMA (2005) Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. En: *Agricultura, Ganadería, Ambiente y Desarrollo Sustentable*. pp: 55-73.

Quilty JR, Cattle SR (2011) Use and understanding of organic amendments in Australian agriculture: a review. *Soil Research* 49: 1-26.

Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (2012) <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>. Fecha de consulta 5 de octubre 2014

Steiner AA (1984) The universal nutrient solution. Proc. 6th Int. Cong. on Soilless Culture. ISOSC. Lunteren, Holanda. pp: 633-649.