

# EFFECTO DEL BIOL BOVINO Y AVÍCOLA EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO DULCE (*Capsicum annum* L.)

## EFFECT OF COW AND CHICKEN MANURE COMPOST TEAS ON PEPPER (*Capsicum annum* L.) PRODUCTION

Edison Fabián Medranda Vera<sup>1</sup>, Galo Alexander Cedeño García<sup>2</sup>, Jessica Elizabeth Cargua Chávez<sup>3</sup>, Hugo Soplín Villacorta<sup>4</sup>, Leonel Rolando Lucas Vidal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Campus Chone, Ecuador.

<sup>2</sup>Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, ubicado en el km 2.7 vía Calceta- El Morro-El Limón, sector El Gramal

<sup>3</sup>Departamento de Suelos y Aguas, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Km 5 vía Quevedo-El Empalme, cantón Mocache, provincia Los Ríos

<sup>4</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Campus La Molina 15024. Lima, Perú.

Contacto:fabiani.uleam@gmail.com

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar la respuesta del cultivo de pimiento dulce a varias concentraciones de biol de estiércol de bovino y de gallinaza como fuentes de nutrientes. Los tratamientos fueron biol de bovino y de gallinaza a dosis de 30, 60, 90, 120 y 150 L.ha<sup>-1</sup>, mas un tratamiento químico a base de 100 kg de urea.ha<sup>-1</sup> y un testigo absoluto. Los tratamientos a base de biol fueron aplicados en drench a los 15, 30 y 45 días después del trasplante. El diseño utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Las principales variables evaluadas fueron peso promedio del fruto (g) y rendimiento total de frutos Mg.ha<sup>-1</sup>. Se obtuvo diferencias significativas para ambas variables al mismo nivel de significación (p≤0.001), la dosis de 150 L.ha<sup>-1</sup> de los bioles de bovino y de gallinaza produjeron los mayores pesos promedio y rendimientos de fruto, con 121 y 127 g, y 31,9 y 34,7 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En contraste, el testigo químico y el absoluto resultaron los menores pesos promedio y rendimientos de fruto, con 101 y 84 g, y 23,8 y 17,9 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El rendimiento con la mejor dosis del biol de gallinaza superó el rendimiento de la dosis homóloga del biol de bovino, por lo que, bajo las condiciones donde se desarrolló el experimento, el biol de gallinaza se muestra como la mejor opción para la nutrición orgánica del pimiento.

**Palabras clave:** Abono orgánico, nutrición orgánica, biofertilización.

### ABSTRACT

The objective of this research was to assess the effect of various concentrations of cow and chicken manure compost tea (used as nutrient source) on pepper productivity. Treatments consisted of cow and chicken manure tea at doses of 30, 60, 90, 120 y 150 L.ha<sup>-1</sup>, plus a chemical treatment consisting of 100 kg of urea fertilizer ha<sup>-1</sup> and a control treatment. Compost tea treatments were applied in drench on days 15, 30 and 45 after transplant. We used the Randomized Complete Block Design with four replications. The main variables under study were average produce weight (g) and yield performance ((Mg.ha<sup>-1</sup>). We obtained significant differences in the two variables (p≤0.001. The 150 L.ha<sup>-1</sup> cow and chicken manure doses had the best average produce weight and yield performance (121 y 127 g, y 32.2 y 34.7 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectively). In contrast, the chemical and absolute control treatments had the lowest average produce weight and yield performance (101 y 84 g, y 23.8 y 17.9 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectively). With respect to compost tea type and doses, chicken manure tea doses had higher performance than the equivalent cow manure tea doses. For this reason, from the experiment, it can be concluded that chicken manure tea is the best option for delivering organic nutrients to pepper crops.

**Keywords:** Organic fertilizer, organic nutrition, bio-fertilizer.



Recibido: 12 de noviembre de 2015

Aceptado: 26 de abril de 2016

ESPAMCIENCIA 7(1): 15-21/2016

## INTRODUCCIÓN

El pimiento dulce (*Capsicum annum L.*) es uno de los cultivos hortícolas de mayor consumo del mundo, con una producción global de 28 070 851 toneladas, repartidas en un área total de 1 814 237 ha de cultivo. En Ecuador, de las 97 147 ha que se siembran anualmente con cultivos transitorios, alrededor de 1650 ha corresponden al cultivo de pimiento (FAO, 2010).

Los frutos del pimiento son ampliamente utilizados en la etapa inmadura o verde como vegetal para relleno y ensaladas. Con el incremento de la población mundial, la demanda de la cosecha ha ido en aumento año tras año y las variedades tradicionales debido a su bajo rendimiento no satisfacen la demanda mundial (Malik *et al.*, 2011). Los híbridos por su parte, han mostrado potencial de rendimiento para satisfacer la actual demanda, pero al mismo tiempo son más exigentes en labores agronómicas y demandantes de grandes cantidades de nutrientes (Hiremath *et al.*, 2006). En este sentido, la fertilización óptima del cultivo es la práctica más importante que proporciona los nutrimentos necesarios para obtener altos rendimientos y buena calidad, que cumpla con los requisitos que exige el mercado (Macías *et al.*, 2012).

El uso inadecuado de fertilizantes químicos ha originado una disminución en el contenido de la materia orgánica y deterioro del suelo; además, que representan altos costos para los productores siendo necesario incursionar en el uso de técnicas y conocimientos que permitan reducir los costos de producción (Adekiya y Agbede, 2009). Una de las maneras de aumentar el contenido de nutrientes disponibles en el suelo e incrementar el rendimiento del cultivo, es a través del uso de materiales orgánicos como el estiércol animal, compost y fertilizantes minerales (Dauda *et al.*, 2008).

El uso de abonos orgánicos, además de mejorar las propiedades físicas del suelo, funciona como un almacén de nutrientes para la planta, puesto que actúa como un importante contribuyente de cargas para mejorar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y como un agente tampón contra la fluctuación de pH indeseable (Adesina *et al.*, 2014). También, se ha demostrado que los abonos orgánicos a base de estiércoles, pueden prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo (Pedroza y Samaniego, 2003). El contenido nutricional de los estiércoles es muy variable y depende de la especie animal, edad del mismo, y tipo de alimentación. Los estiércoles de gallinaza y porcino son más ricos desde el punto de vista nutricional, mientras que el de vacuno y equino son más pobres (Macías *et al.*, 2012).

Investigaciones recientes, señalan que la aplicación al suelo de enmiendas orgánicas a base de estiércoles mejoran la producción de pimiento y otros cultivos similares. Un estudio conducido por Ojeniyi *et al.* (2007), reportaron rendimientos similares entre tomate fertilizado con abonos químicos y tomate fertilizado con mezclas de estiércoles y residuos de cosecha de cacao. Así mismo, Macías *et al.* (2012) reportaron mayor rendimiento en ají jalapeño fertilizado con la combinación de gallinaza 5 Mg.ha<sup>-1</sup> (Megagramos por hectarea) + 80 kg de N.ha<sup>-1</sup>, en comparación al testigo químico. De forma similar un estudio de fertilización del pimiento a base de varias dosis de gallinaza, demostró que con 3 Mg.ha<sup>-1</sup> de gallinaza se obtuvieron rendimientos significativos en contraste con el tratamiento testigo (Adesina *et al.*, 2014).

Dada la importancia económica que representa el cultivo de pimiento en el cantón Chone, y a la escasa información disponible relacionada a la fertilización del pimiento morrón con fuentes orgánicas, el objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta del cultivo de pimiento dulce, con la aplicación de varias concentraciones de biol bovino y gallinaza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

Se utilizó el híbrido Quetzal que es ampliamente aceptado en el mercado y muy solicitado por productores debido a sus sobresalientes cualidades agronómicas y de rendimiento. La planta se caracteriza por su vigor y hábito de crecimiento semi-indeterminado. Los frutos son alargados de color verde oscuro, que alcanzan en promedio 17 cm de longitud y 5 cm de ancho, presentan paredes gruesas de 3,5 mm. El ciclo promedio es de 85 días a la cosecha y soporta densidades entre 30 000 a 35 000 plantas.ha<sup>-1</sup>, con una producción promedio de 30 Mg.ha<sup>-1</sup>, que puede variar en función de las condiciones climáticas y eco-fisiológicas de la zona y del cultivo. Es un material que presenta una amplia adaptación a diversos suelos y climas adversos, tolerante a enfermedades virales como el virus del mosaico del tabaco, virus de la papa y virus del moteado del pimiento.

Para la obtención de plántulas, las semillas fueron establecidas en semilleros a 20 cm sobre el nivel del suelo, que fue elaborado con una mezcla de sustrato compuesto por 50% de suelo franco, 25% de lombricompost y 25% de arena de río. Previo a la siembra, se desinfectó el semillero con Vitavax 400WP (carboxin + thiran) en dosis de 3 g.L<sup>-1</sup> de agua, y para evitar el daño temprano por nematodos se utilizó Furadán 10G en dosis de 10 g/m<sup>2</sup> de semillero. Las plántulas fueron trasplantadas a los 18 días después de la siembra y establecidas a una densidad de 25

000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

### Tratamientos y diseño experimental

Doce tratamientos fueron evaluados: T1 (biol bovino 30 L.ha<sup>-1</sup>), T2 (biol bovino 60 L.ha<sup>-1</sup>), T3 (biol bovino 90 L.ha<sup>-1</sup>), T4 (biol bovino 120 L.ha<sup>-1</sup>), T5 (biol bovino 150 L.ha<sup>-1</sup>), T6 (biol gallinaza 30 L.ha<sup>-1</sup>), T7 (biol gallinaza 60 L.ha<sup>-1</sup>), T8 (biol gallinaza 90 L.ha<sup>-1</sup>), T9 (biol gallinaza 120 L.ha<sup>-1</sup>), T10 (biol gallinaza 150 L.ha<sup>-1</sup>), T11 (testigo químico 100 kg de urea.ha<sup>-1</sup>) y T12 (testigo absoluto sin fertilización). El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La combinación de tratamientos y repeticiones produjo un total de 48 unidades experimentales. El área de cada unidad experimental fue de 16 m<sup>2</sup>, donde se seleccionaron 10 plantas al azar para el registro de datos.

### Aplicación de tratamientos

Las aplicaciones se realizaron con bomba manual de presión, colocando las respectivas dosis de biol en forma de drench, con suelo húmedo a capacidad de campo. Se efectuaron tres aplicaciones; a los 15, 30 y 45 días después del trasplante, antes que iniciara la floración.

### Variables, registro y análisis de datos

Se registraron las siguientes variables respuestas:

La altura de planta (AP) se la determinó en cm a los 90 días después del trasplante, registrando el dato desde el nivel del suelo hasta la yema terminal de la rama más alta. El diámetro del tallo (DT) fue registrado al nivel del suelo con un calibrador graduado en mm. Se contabilizó el número de frutos comerciales por planta (NFP). La longitud del fruto (LF) se determinó en cm con un flexómetro, para lo cual se promedió la longitud de 10 frutos por planta. El diámetro del fruto (DF) se registró en cm con un calibrador graduado, para lo cual se promedió el diámetro de 10 frutos por planta. El peso del fruto (PF) se determinó en gramos con una balanza analítica portátil, para lo cual se promedió el peso de 10 frutos por unidad experimental y por cada cosecha. Se realizaron tres cosechas, a los 90, 110 y 120 días después del trasplante. Con los datos de las tres cosechas de frutos, se determinó el rendimiento (R) en kg/planta, que luego fue convertido a Mg.ha<sup>-1</sup>. El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete Statistical Analysis System, versión 9.1 (SAS Institute, 2004).

### Manejo específico del experimento

Antes del trasplante, el terreno fue preparado mediante un pase de arado de discos, dos pases de rastra de discos y el surcado a un metro entre surcos. El trasplante se lo

realizó de forma manual, con el suelo húmedo, a un distanciamiento de 0,40 m entre plantas y 1 m entre surcos, dejando una planta por sitio. Debido a que el análisis de suelo (Cuadro 1) reportó niveles altos de P y K no se realizaron aplicaciones de estos nutrientes, sin embargo por el nivel medio de N fue necesario aplicar 100 kg de urea.ha<sup>-1</sup> en el testigo químico. En todos los tratamientos, al momento del trasplante se realizó fertilización básica de fondo con el fertilizante compuesto YaraMila Complex en dosis de 3 g por planta, con la finalidad de asegurar un desarrollo vigoroso de las plántulas. El tutoreo se hizo con zuncho de polipropileno, con el que fueron amarradas las plantas desde el tallo y ramas principales.

**Cuadro 1.** Reporte del análisis de suelo realizado previo al experimento. Chone, Ecuador, 2014.

Niveles nutricionales en el suelo de acuerdo a Olsen modificado para la región costa				Resultado de análisis de suelo	
Nutriente	Unidad	Bajo	Medio	Alto	Niveles reportados
N	ppm	< 20	20-40	> 40	27
P	ppm	< 10	10-20	> 20	87
K	meq/100 mL	< 0,2	0,2-0,4	> 0,4	1,56

El control de arvenses se efectuó a través de deshierbas manuales, realizándose seis controles durante el ciclo del cultivo. El manejo de insectos-plaga se hizo con base al tipo de insecto presente. A partir de los 25 días después de la siembra (DDS) se presentó alta población de pulgones (*Aphis* sp.) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*), lo cual fue controlado con aplicaciones de Karate (lambda-cihalotrin) y Actara (neonicotinoide) en dosis de 300 mL y 400 g.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, con una frecuencia de diez días.

Posteriormente, se presentaron poblaciones elevadas de minadores y trips, los mismos que fueron controlados con Rescate (acetamiprid) y Vertimec (abamectina) en dosis de 300 g y 1 L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, cada diez días. Para evitar la presencia de enfermedades foliares se realizaron aspersiones con los fungicidas Phyton (sulfato de cobre pentahidratado) y Amistar (azoxystrobin) en dosis de 1 L y 200 g.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, se realizaron tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables AP, DT y NFP, mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p \leq 0,001$ ,  $p = 0,0002$  y  $p = 0,0135$ ), lo cual indica el efecto del biol bovino y gallinaza sobre estas variables con respecto al testigo químico y absoluto (Cuadro 2). Los resultados muestran que el tratamiento biol de gallinaza en dosis de 150 L.ha<sup>-1</sup> fue el que produjo mayor altura de planta y diámetro del tallo, lo cual sugiere que los componentes del biol de gallinaza inducen mayor vigor de la planta de pimiento, este efecto

del vigor se manifiesta en la mayor cantidad de frutos por planta (Cuadro 2). El biol bovino también produjo efectos significativos en cuanto a crecimiento y vigor a la planta con respecto al testigo absoluto, pero no superó a los tratamientos a base de biol de gallinaza, lo cual indica que desde el punto de vista nutricional es de menor calidad que el de la gallinaza, según lo confirmado por Burton y Turner (2003).

**Cuadro 2.** Valores promedios de las variables altura de planta, diámetro del tallo y número de frutos por planta.

Tratamientos (L.ha <sup>-1</sup> )	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de frutos/planta
T10: Biol gallinaza 150 L.ha <sup>-1</sup>	65,84 a	18,86 a	10,93 a
T9: Biol gallinaza 120 L.ha <sup>-1</sup>	65,03 ab	18,74 a	10,61 a
T8: Biol gallinaza 90 L.ha <sup>-1</sup>	57,67 abc	18,69 a	10,58 ab
T5: Biol bovino 150 L.ha <sup>-1</sup>	57,24 abc	17,24 ab	10,51 ab
T7: Biol gallinaza 60 L.ha <sup>-1</sup>	57,03 abc	18,7 a	10,53 ab
T11: Testigo químico	54,76 abc	16,01 bc	9,46 ab
T4: Biol bovino 120 L.ha <sup>-1</sup>	54,71 abc	18,12 ab	10,4 ab
T2: Biol bovino 60 L.ha <sup>-1</sup>	53,38 c	17,36 abc	10,03 ab
T3: Biol bovino 90 L.ha <sup>-1</sup>	53,12 c	17,13 abc	10,43 ab
T6: Biol gallinaza 30 L.ha <sup>-1</sup>	50,26 cd	18,28 ab	9,66 ab
T1: Biol bovino 30 L.ha <sup>-1</sup>	49,79 cd	16,63 abc	9,58 ab
T12: Testigo absoluto	41,47 d	15,42 c	8,54 c
Error estándar	1,64	1,02	0,68
Probabilidad (ANOVA)	≤0,0001	0,0002	0,0135

Medias dentro de columnas con letras distintas difieren significativamente según prueba de Tukey al 5%

Los resultados obtenidos con 150 L.ha<sup>-1</sup> de biol de gallinaza son cercanos a los reportados por Adesina *et al.* (2014), quienes lograron obtener una mayor altura de planta y número de frutos de pimiento morrón abonado con gallinaza. De manera similar, Shahein *et al.* (2015) obtuvieron mayor altura y número de frutos por planta en dos variedades de pimiento fertilizadas con estiércol de pollo y compost, en comparación al tratamiento testigo y otros estiércoles evaluados. Por su parte, Ikeh *et al.* (2012), reportaron mayor altura y frutos por planta con dosis crecientes de estiércol avícola, en contraste al tratamiento testigo. El efecto del abono de aves de corral sobre mayor altura y frutos por planta de pimiento, resultados también demostrados por Alabi (2006). En otros cultivos como el tomate, Ojeniyi *et al.* (2007) obtuvieron mayor crecimiento y producción de frutos con mezclas de abonos a base de estiércol de bovino y de gallinaza, en contraste con el testigo químico y absoluto, que alcanzaron menores valores de crecimiento y producción.

Las variables LF, DF y PF mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos al mismo nivel de significancia (p≤0.001), lo cual sugiere que ambos tipos de biol in-

fluenciaron el tamaño y peso del fruto. El biol de gallinaza alcanzó mayor longitud, diámetro y peso del fruto con todas las dosis evaluadas, en contraste con las dosis homólogas del biol bovino (Cuadro 3). Sin embargo, la dosis de 150 L.ha<sup>-1</sup> de biol gallinaza fue el mejor tratamiento para incrementar el tamaño y peso del fruto, a diferencia de los testigos químicos y absolutos que alcanzaron los promedios más bajo en dichas variables (Cuadro 3). Dentro de las dosis de biol bovino, se evidencia que la de 150 L.ha<sup>-1</sup> muestra un efecto contundente frente a las demás dosis de biol de bovino y a las dosis menores del biol gallinaza, pero no supera en ninguna de las variables a la mayor dosis del biol de gallinaza (Cuadro 3).

Este hecho confirma lo reportado por Burton (2009), quien determinó que el estiércol de vacuno es de menor contenido nutricional que el avícola, puesto que en concentración promedio de N-P-K el estiércol bovino contiene 4,5-2,3-4,5 kg.Mg<sup>-1</sup> de estiércol, en comparación a los 13,6-9,1-4,5 kg.Mg<sup>-1</sup> de estiércol avícola. Esto concuerda con lo mencionado por Bolan *et al.* (2010) y Mohamed *et al.* (2010) quienes describen la mayor riqueza nutrimental del estiércol avícola versus estiércol de las demás especies domésticas.

**Cuadro 3.** Valores promedios de las variables longitud del fruto, diámetro del fruto y peso del fruto.

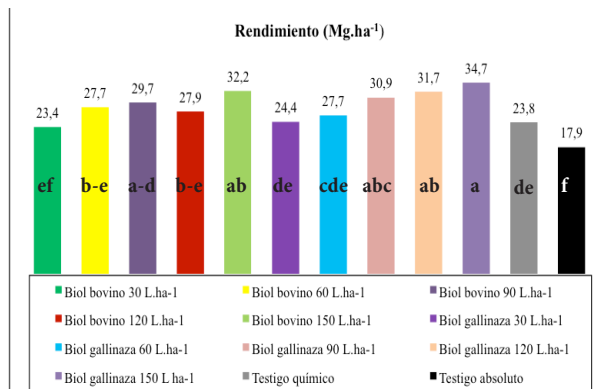
Tratamientos (L.ha <sup>-1</sup> )	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Peso del fruto (g)
T10: Biol gallinaza 150	6,82 a	7,05 a	126,90 a
T5: Biol bovino 150	6,31 abcd	6,27 bc	121,40 ab
T9: Biol gallinaza 120	6,64 a	6,42 abc	120,75 ab
T8: Biol gallinaza 90	6,25 ab	6,56 ab	116,87 abc
T3: Biol bovino 90	5,94 abc	5,50 def	113,78 a-d
T2: Biol bovino 60	5,59 abc	5,71 c-f	110,47 b-e
T4: Biol bovino 120	5,12 abc	5,90 b-f	107,67 b-e
T7: Biol gallinaza 60	6,00 abc	6,11 b-e	105,14 cde
T6: Biol gallinaza 30	5,65 bcd	5,39 ef	101,02 de
T11: Testigo químico	5,92 abc	6,22 bcd	100,68 de
T1: Biol bovino 30	5,44 bcd	5,35 f	97,57 ef
T12: Testigo absoluto	4,78 d	5,18 f	83,94 f
Error estándar	0,13		
Probabilidad (ANOVA)	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001

Medias dentro de columnas con letras distintas difieren significativamente según prueba de Tukey al 5%

Los mayores promedios de tamaño y peso de fruto alcanzados con las dosis de 150 L.ha<sup>-1</sup> del biol gallinaza y bovino, influyó directamente sobre la mayor productividad del pimiento, donde el rendimiento promedio fue de 34,7 y 32,2 Mg.ha<sup>-1</sup> con biol de gallinaza y de bovino, respectivamente, es decir un 48 y 44% más de producción en comparación al rendimiento del testigo absoluto (Figura 1). Este hecho sugiere que en suelos de media



y alta fertilidad, como fue el caso del presente ensayo, tanto el biol de gallinaza y de bovino serían importantes fuentes de nutrientes para el cultivo de pimiento, dada la diferencia significativa que se obtuvo desde el punto de vista estadístico (Figura 1).



**Figura 1.** Rendimiento del pimiento morrón híbrido Quetzal bajo el efecto de varias dosis de biol de bovino y de gallinaza

\*Promedio con letras distintas difieren significativamente de acuerdo a la prueba de tukey ( $p \leq 0,05$ )

El rendimiento de pimiento obtenido con la dosis de 150 L.ha<sup>-1</sup> de biol de gallinaza y de bovino, coincide con los resultados reportados por Macías *et al.* (2012) quienes obtuvieron un rendimiento de 36 y 17 Mg.ha<sup>-1</sup> en chile jalapeño fertilizado con 5 Mg.ha<sup>-1</sup> de estiércol de gallinaza y de bovino, respectivamente, en contraste con el tratamiento testigo absoluto que solo alcanzó un rendimiento de 16 Mg.ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, en el mismo experimento Macías *et al.* (2012) elevaron el rendimiento del chile jalapeño al adicionar a ambos tipos de estiércoles (gallinaza y bovino) 80 kg de N.ha<sup>-1</sup>, con lo que se obtuvo 65 y 23 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Similar respuesta del cultivo de pimiento a la aplicación de estiércol de gallinaza fue reportada por Alabi (2006) quien observó mayor rendimiento con 300, 400 y 500 kg de gallinaza.ha<sup>-1</sup> frente a los 75, 100 y 125 kg de P.ha<sup>-1</sup> aplicados con fertilizante químico. Por otra parte, Vitoria (2013) encontró mayor rendimiento en pimentón fertilizado con biol líquido de bovino y biol líquido de bovino + un abono sólido, en comparación al testigo absoluto, lo cual guarda similitud a lo reportado por Vázquez *et al.* (2011), al obtener mayor producción de chile jalapeño con estiércol bovino solarizado versus el fertilizante químico.

En trabajos recientes, varios autores confirman la efectividad de los estiércoles de gallinaza y de bovino como fuentes alternativas para la nutrición del cultivo de pimiento y tomate, validando de esta manera los resultados obtenidos en la presente investigación. Esto pone de

manifiesto la respuesta positiva del pimiento a la aplicación de estiércoles gallinaza y bovino, aunque el primero muestra mejores resultados (Capulín *et al.*, 2001; Capulín *et al.*, 2011; Ikeh *et al.*, 2012; Mueller *et al.*, 2013; Adesina *et al.*, 2014; Shahein *et al.*, 2015).

Esto sugiere que el efecto del biol de bovino sobre la producción de pimiento, podría mejorarse con la adición de fuentes minerales de nutrientes, tal como lo menciona Capulín *et al.* (2007) quienes incrementaron el efecto del biol de bovino con la adición de ácido nítrico y ácido fosfórico sobre el rendimiento del pimiento morrón. Por su parte, Ramos *et al.* (2011) reportan un rendimiento de 18,6 Mg.ha<sup>-1</sup> en chile ancho fertilizado con la combinación de 10 Mg.ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino+167, 108 y 56 kg.ha<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente, en contraste al testigo absoluto que solo produjo en promedio 16,2 Mg.ha<sup>-1</sup>. Así mismo, De Araujo *et al.* (2007) mejoraron el efecto del estiércol bovino sobre la producción de pimiento al combinarlo con biofertilizante, obteniendo un rendimiento de 7,31 Mg.ha<sup>-1</sup> en comparación al testigo y al estiércol solo.

Por los resultados hallados y de acuerdo a los reportes de investigación reciente, es evidente que la mayor influencia ejercida por el biol de gallinaza sobre la producción del cultivo de pimiento dulce, en contraste al biol de bovino, es consecuencia del mayor contenido nutricional (N-P-K) del primero (Cuervo, 2010; Bolan *et al.*, 2010; Irshad *et al.*, 2013). Por otra parte, a pesar de que ambos tipos de estiércoles presentan alrededor del 70% de materia orgánica, la tasa de mineralización difiere notablemente entre ambas fuentes, puesto que para el estiércol de bovino la tasa de mineralización reportada en el primer año es de 35%, mientras que para la gallinaza es de 90% (Romero, 1997; Trinidad, 1999).

En este sentido, los nutrientes contenidos en la fracción orgánica del biol de gallinaza estuvieron disponibles más fácilmente para la planta, lo cual contribuyó a un mayor vigor y rendimiento del cultivo, y puede relacionarse a un mayor efecto metabólico del N, P, K y micronutrientes contenidos en el biol de gallinaza. El N y P están implicados directamente en el vigor de las plantas, dado que ambos elementos forman las estructuras básicas de las plantas (membranas) a partir de aminoácidos, proteínas, y fosfolípidos principalmente (Balker y Pilbeam, 2007). Además, el N y P están implicados en el aporte de energía en forma de ATP, y la expresión del potencial genético de los cultivos, al formar parte de los ácidos nucleicos (Grant *et al.*, 2001; Fageria, 2009).

Por su parte el K es responsable principalmente de la calidad y peso de los frutos, puesto que este elemento está implicado en el transporte de fotosintatos desde las

## CONCLUSIONES

fuentes (hojas) hacia los sumideros (frutos), además de activar más de 60 complejos enzimáticos y mantener la turgencia de las plantas (Wiendl, 2013; Brar e Imas, 2014). El alto contenido de materia orgánica que aportan los estiércoles de bovino y gallinaza (70%), puede haber influido en el mayor rendimiento obtenido en ambos tipos de biol. Ello, en contraste con los testigos químico y absoluto (Figura 1), dado el mayor aporte de materia orgánica a la solución del suelo, que según varios autores (Julca *et al.*, 2006; Martínez *et al.*, 2008; Arteaga *et al.*, 2014) mejora las propiedades físicas y químicas del mismo, tales como aireación, conductividad hidráulica, potencial redox, capacidad de intercambio catiónico, etc. Sin embargo, no se hicieron evaluaciones para constatar si hubo mejoras en las propiedades físicas y químicas del suelo que pudieran explicar la respuesta del cultivo.

Todas las dosis evaluadas del biol de bovino y de gallinaza incrementan significativamente el vigor de las plantas, la calidad de los frutos y el rendimiento del cultivo de pimiento dulce con respecto al testigo absoluto. El mayor rendimiento se alcanzó con la dosis de 150 L.ha<sup>-1</sup> del biol de gallinaza y de bovino, respectivamente, las cuales superaron el rendimiento del testigo químico y absoluto. El biol de gallinaza muestra mejores resultados de vigor y rendimiento de las plantas con respecto al biol de bovino, por lo que sería una importante fuente de nutrientes en suelos de media y alta fertilidad, más aún cuando es bien conocido que la tasa de mineralización anual es mayor en los estiércoles avícolas. Sin embargo, de acuerdo a los resultados, cualquier dosis de biol evaluada puede ser recomendada como fuente de nutrientes para el cultivo de pimiento dulce en suelos de media y alta fertilidad, independientemente de la fuente animal.

## LITERATURA CITADA

- Adekiya, A. y T. Agbede. 2009. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 21(1):10-20.
- Adesina, J., K. Sanni, L. Afolabi y A. Eleduma. 2014. Effect of Variable Rate of Poultry Manure on the Growth and Yield of Pepper (*Capsicum annum*) in South Western Nigeria. *Academia Arena* 6(1): 9-13.
- Arteaga, M., N. Garcés, F. Guridis y J. Pino. 2014. Una revisión sobre indicadores integradores para evaluar el impacto de las sustancias húmicas sobre el sistema suelo-agua de lixiviación (I). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 23(3): 83-88.
- Alabi, D. 2006. Effects of fertilizer phosphorus and poultry droppings treatments on growth and nutrient components of pepper (*Capsicum annum* L). *African Journal of Biotechnology* 5(8):671-677.
- Balkler, A. y Pilbeam, D. 2007. *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. Boca Raton, Florida, USA. p 662.
- Brar, M. e Imas, P. 2014. Potassium and nitrogen use efficiency. *International Potash Institute (IPI)*. p 20.
- Bolan, N., A. Szogi, T. Chuasavathi, B. Seshadri, M. Rothrock y P. Panneerselvam. 2010. Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal* 6: 673-698.
- Burton, C., y Turner, C. 2003. *Manure management: treatment strategies for sustainable agriculture*. 2nd edition. Silsoe Research Institute. Silsoe, Bedford, United Kingdom.
- Burton, L. 2009. *Agriscience fundamentals and applications*. Ed. Cengage Learning. EEUU. 5ª edición. Monografía. p 835.
- Capulín, J., R. Núñez, J. Aguilar, M. Estrada, P. Sánchez y J. Mateo. 2007. Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. *Revista Chapingo Serie Hortícola* 13(1):5-11.
- Capulín, J., R. Núñez, J. Etchevers y G. Baca. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. *Agrociencia* 35:287-299.

- Capulín, J., L. Mohedano, M. Sandoval y J. Capulín. 2011. Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. *Revista Chapingo Serie Hortícola* 17(2):105-114.
- Cuervo, V. 2010. Abonos orgánicos como insumo de nutrición vegetal en un sistema hidropónico alternativo. Tesis Mg.Sc. Colegio de Posgraduados. Motecillo, México. p 78.
- Dauda, S., F. Ajayi y E. Ndor. 2008. Growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. *Journal of Agricultural and Social Science* 4:121-4.
- De Araújo, E., A. de Oliveira, L. Cavalcante, W. Pereira, N. de Brito, C. de L. Neves y É. da Silva. 2007. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11(5):466-470.
- Fageria, N. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. Boca Raton, Florida, USA. p 448.
- FAO (Food and agriculture organization of the United Nations). 2010. Estadísticas sobre el cultivo de pimiento. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Grant, C., D. Flaten, D. Tomasiewicz y S. Sheppard. 2001. Importancia de la nutrición temprana con fósforo. *Informaciones Agronómicas* 44:1-5.
- Hiremath, S., N. Basavaraj y P. Dharmatti. 2006. Response of location, spacing and fertilizer levels on yield and yield attributes of paprika. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 19(2):362-365.
- Irshad, M., E. Eneji, Z. Hussain y M. Ashraf. 2013. Chemical characterization of fresh and composted livestock manures. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 13(1):115-121.
- Ikeh, A., N. Udaeyo, I. Uduak, G. Iwo, L. Ugbe, E. Udoh y G. Effiong. 2012. Growth and yield responses of pepper (*Capsicum frutescens* L.) to varied poultry manure rates in Uyo, Southeastern Nigeria. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 7(9):735-742.
- Julca, A., L. Meneses, R. Blas y S. Bello. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA* 24(1): 49-61.
- Macías, R., R. Grijalva y F. Robles. 2012. Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. *Biotechnia* 13(3):32-38.
- Malik, A., M. Chattoo, G. Sheemar y R. Rashid. 2011. Growth, yield and fruit quality of sweet pepper hybrid SH-SP-5 (*Capsicum annum* L.) as affected by integration of inorganic fertilizers and organic manures (FYM). *Journal of Agricultural Technology* 7(4):1037-1048.
- Martínez, E., J. Fuentes y E. Acevedo. 2008. Soil organic carbon and soil properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 8(1):68-96.
- Mohamed, M., S. Sekar y P. Muthukrishnan. 2010. Prospect and potential of poultry manure. *Asian Journal of Plant Sciences* 9(4):172-182.
- Mueller, S., A. Wamser, A. Suzuki y W. Becker. 2013. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. *Horticultura Brasileira* 31(1):86-92.
- Ojeniyi, S., M. Awodun y S. Odedina. 2007. Effect of Animal Manure Amended Spent Grain and Cocoa Husk on Nutrient Status, Growth and Yied of Tomato. *Middle-East Journal of Scientific Research* 2 (1):33-36.
- Pedroza, S. y Samaniego G. 2003. Efecto del subsuelo, materia orgánica y diferentes variedades en el patosistema del frijol (*Paseolus vulgaris* L.) *Revista Mexicana de Fitopatología* 21:272-277.