

# **USO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS Y QUÍMICOS EN EL CULTIVO DEL PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUUM* L.)**

**Evencio Araujo Camacho<sup>1</sup>, Dr. Aymara L. Valdivia  
Ávila<sup>2</sup>, Lic. Yunel Pérez Hernández<sup>2</sup>, Dr. Sergio L.  
Rodríguez Jimenez<sup>2</sup>, Dr. Enildo Abreu Cruz<sup>2</sup>**

*1. Convenio Cuba-Venezuela, Misión Sucre. Estado de Cojedes,  
Venezuela.*

*2. Universidad de Matanzas, Cuba. Autopista Varadero, Km 3.*

## Resumen.

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar las ventajas del uso de fertilizantes orgánicos como el humus de lombriz, para el crecimiento y desarrollo del cultivo del pimiento o ají. En el mismo se abordan aspectos generales sobre la fertilización química en la agricultura, sus ventajas y desventajas y el uso de abonos orgánicos una alternativa ecológica más amigable al medioambiente, que también permite obtener buenos rendimientos y calidad de los cultivos. Así mismo, se describen estudios sobre el uso combinado de la fertilización química y orgánica en el cultivo del pimiento y otras especies, lo que permite suministrar a los cultivos una fuente de nutrientes disponibles para su crecimiento y a la vez, un sustrato que aporta nutrientes y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Se enfatiza en las ventajas que presenta la aplicación del humus de lombriz en los cultivos a partir de su impacto positivo en el suelo. Se describen varios aspectos sobre el cultivo del pimiento relacionado con su taxonomía y características botánicas, importancia de esta especie y criterios fundamentales sobre sus requerimientos agroecológicos.

**Palabras claves:** *Agricultura sostenible, Capsicum annuum L., NPK, vermicompost.*

---

## Introducción

El crecimiento acelerado de la población mundial, unido al cambio en los estilos de vida y hábitos alimentarios que ha tenido lugar en las últimas décadas, han repercutido en el incremento de la demanda de vegetales. Las producciones de hortalizas ricas en vitaminas y minerales cultivadas en condiciones ecológicas todavía no satisfacen las necesidades del mercado actual.

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es considerado el segundo vegetal más consumido a nivel mundial y ocupa el quinto lugar en la producción y superficie cultivada entre las principales hortalizas (Guzmán y Limón, 2000).

Los usos de *C. annuum* son variados. Los frutos de este cultivo son utilizados como alimento en la preparación de ensaladas, en la confección de conservas y como condimento de salsas y otros platos (Mateos *et al.*, 2013). Contienen compuestos imprescindibles para la dieta, muchos de los cuales se encuentran en altas concentraciones como el ácido ascórbico y el  $\beta$ -caroteno, los cuales tienen propiedades antioxidantes (Palma *et al.*, 2011; Martí *et al.*, 2011). También se ha utilizado en la medicina tradicional para combatir trastornos digestivos como la diarrea, debido a la capacidad antimicrobiana que presentan los extractos; así como para la prevención de úlceras gástricas y procesos inflamatorios por su capacidad antioxidante (Pandey *et al.*, 2012).

El pimiento requiere altas demandas de nutrientes, por lo que su cultivo se recomienda en suelos fértiles y con aplicaciones abundantes y balanceadas de fertilizantes minerales (Fonseca *et al.*, 2012).

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos en la agricultura, aunque puede potenciar el rendimiento de las hortalizas y otros cultivos, también ha contribuido a un empobrecimiento de las características biológicas del suelo y daños al medio ambiente. Por el contrario, se ha demostrado que la aplicación de fertilizantes orgánicos posee ventajas, ya que se puede lograr la fertilidad química, física y biológica del suelo con un menor impacto sobre el medio ambiente. Por otra parte, los costos de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos por hectárea son menores en comparación con los productos minerales de síntesis (Rai *et al.*, 2014).

El suministro de bioproductos a los cultivos alcanza cada vez mayor importancia desde el punto de vista económico y ecológico, además debe considerarse que los mismos actúan como estimuladores o reguladores del crecimiento de las plantas (Cruz-Crespo *et al.*, 2014).

La búsqueda de biofertilizantes alternativos para incrementar la productividad de los cultivos con un menor impacto en el suelo, ha motivado el uso de abonos orgánicos como el humus de lombriz en diversos cultivos (Mathivanan *et al.*, 2012). Se ha comprobado que el suministro del mismo mejora las propiedades físicas de los suelos, formando agregados y confiriendo estabilidad estructural; también favorece la penetración del agua y su retención, lo cual disminuye la erosión y estimula el crecimiento de las plantas en un sistema ecológico equilibrado (Adhikary, 2012; Dastgheibifard *et al.*, 2014). Diversos estudios han evidenciado que la aplicación de vermicompost incrementa los rendimientos y/o la calidad de varias hortalizas como el pimiento (Gupta *et al.*, 2013), el tomate (Siingh *et al.*, 2013), la lechuga (León *et al.*, 2012) y el pepino (Ghasem *et al.*, 2014), entre otros.

El objetivo del presente trabajo fue analizar las ventajas del uso del humus de lombriz combinado con fertilizantes químicos en las labores agrícolas y su impacto en el rendimiento y la calidad del ají y otros cultivos.

## **Desarrollo**

### **Situación actual de las hortalizas en Venezuela**

La producción de hortalizas en Venezuela se sustenta en el uso de semilla certificada, importada de países como: Estados Unidos, Holanda, Japón, Francia y otros. El uso de materiales genéticos nacionales es escaso y se circunscriben a especies como el ajo, el ají, la auyama y el tomate. En las áreas hortícolas venezolanas se siembran alrededor de 36 especies clasificadas como hortalizas, ocupando el tomate, el melón, el pimentón, la patilla y la cebolla, el 61% del total de área cosechada en el año 2000 y el 70% de volumen producido para ese mismo año (Díaz, 2000).

En noviembre del 2004 comenzó la primera etapa del Plan Nacional de Semilla, bajo la responsabilidad del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), organismo adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología con el propósito de reducir la dependencia de la importación de semilla (100 % de semillas de hortalizas; 60-70 % de semillas de maíz, 50 % de semillas de papa, entre otros). Inicialmente, se trabajó con granos de caraotas (frijol), maíz, yuca, papa y caña de azúcar, y luego se amplió al arroz, maíz amarillo, soya, yuca, hortalizas; además, semillas forrajeras y sorgo que apuntalan la producción animal. Este plan tuvo una inversión total de 92,9 millones bs, y el 21 de marzo

de 2005, se le asignaron 70 millones adicionales para la etapa de expansión del mismo, comprendida en el periodo 2005-2009 (Fonacit, 2002 y Minci, 2005).

*Capsicum annuum* L. constituye uno de los vegetales más consumidos e mundo y el segundo más importante después del tomate (Olaniyi y Ojetayo, 2010). En Venezuela, el pimiento representaba la hortaliza de mayor crecimiento en superficie de siembra y volumen de producción. En los años 90 del siglo pasado se cosecharon 2 200 ha que produjeron 24 160 toneladas métricas; para 1998 la superficie se alcanzó unas 6 350 ha con un volumen producido de 73 526 toneladas métricas. La producción de pimentón está localizada en la región centro occidental (estados de Lara, Falcón y Yaracuy), la cual aporta, aproximadamente, el 60% del total nacional, mientras que la región central (estados de Aragua, Carabobo y Guárico) contribuye con un 33% y el resto está distribuida en las regiones zuliana y norte-oriental del país (Palmaven-Pequiven-INTEVET,1992).

De acuerdo a las estadísticas oficiales los rendimientos por hectárea en Venezuela de la mayoría de los rubros de hortalizas se han incrementado en los últimos años, al punto de alcanzar rendimientos superiores al promedio mundial en varios casos como: tomate, pimentón, ajo, cebolla, ají, y otros. Esta situación es atribuida al esfuerzo conjunto que desarrollan investigadores, productores, extensionistas y empresas de consumo (Díaz, 2000).

## **El cultivo del pimentón**

### **Origen y distribución**

El cultivo del pimiento está distribuido en la mayoría de las regiones y países de clima cálido y templado del mundo y es originario de América del Sur, Bolivia y Perú (Ruano y Sánchez, 1999).

Existe una gran heterogeneidad en cuanto a los tipos de pimientos cultivados en el mundo. Se pueden diferenciar las variedades en dulces y picantes, que pueden presentar un tamaño grande o pequeño; de forma cuboides, cónica, piramidal, alargada o corta y coloración verde, amarillo y roja (Turchi, 1999).

### **Taxonomía y morfología de *Capsicum annuum* L.**

El pimiento, pimentón o ají pertenece a la familia Solanaceae y al género *Capsicum*. De las 22 especies descritas solo cinco han sido domesticadas: *C. annuum*, *C. chinese*, *C. frutescense*, *C. pubescense* y *C. baccatum* (Pandey *et al.*, 2012)

### **Clasificación botánica de *Capsicum annuum* L. (Acevedo, 2012)**

Reino: Plantae

División: Spermatophyta.

Clase: Magnoliatae

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum*

El pimiento se caracteriza morfológicamente por ser una planta herbácea de tallo erecto y ramificado, de altura que oscila entre 0,5 y 1 m. El sistema radicular es pivotante y profundo, con numerosas raíces adventicias (Maroto, 2000).

El tallo es erecto y frágil. Las hojas son glabras, enteras, ovales o lanceoladas con un ápice pronunciado, peciolo largo y muy aparente. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Orellana *et al.*, 2000).

La planta de pimiento es monoica y autógama, es decir, se autofecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada. Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. El cáliz está provisto de 5 sépalos verdes soldados entre sí; la corola es enredada con 5 pétalos soldados de color blanco, raramente de color violeta pálida. Los estambres en número de 5, tienen anteras alargadas y dehiscencia longitudinal. La floración en el pimiento solo se produce cuando la planta posee un grado de madurez, que no se consigue hasta que tiene diez hojas (Aldana, 2001; Infoagro, 2003).

La formación del fruto se produce en cada nudo y división del tallo. Los frutos son bayas semicartilaginosa, deprimidas y de color variables. Cuando están maduros tienen formas y tamaños muy variables. Las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, de 3-5 mm de longitud, son de color amarillo pálido. Cada fruto pueden contener entre 150 y 200 semillas, las cuales se encuentran insertadas en una placenta cónica de disposición central (Zapata, 2002). El porcentaje de germinación es alto y puede mantenerse por 4 o 5 años bajo buenas condiciones de conservación (Fernández, 2007).

### **Importancia del pimiento**

Los frutos del pimiento tienen una gran aceptación y preferencia por sus cualidades gustativas y la posibilidad de consumirlos en estado fresco o elaborado. Además su uso como alimento se ha utilizado ampliamente con fines medicinales por sus propiedades curativas en determinadas afecciones (Kaale *et al.*, 2002 y Fernández, 2007).

Existe una gama de productos industriales que se elaboran a partir del pimiento, los cuales se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, en forma de pastas y salsas. Además, en Chile este vegetal se utiliza como materia prima para la obtención de colorantes y de oleoresinas con fines industriales (Vidal, 2008). La demanda de pimientos crece a medida que la tendencia en los hábitos de consumo se inclina hacia alimentos inocuos, naturales y prácticos (Cameroni, 2010).

Esta hortaliza presenta una gran variedad de compuestos bioactivos, muchos de ellos con propiedades antioxidantes y múltiples efectos biológicos (Howard *et al.*, 2000). Un estudio sobre la composición vitamínica de *Capsicum annuum* mostró que esta especie presenta valores superiores a otros miembros de la especie en cuanto a contenido de vitamina C, A, E, K, B6, nianicina, ácido fólico; así como los minerales calcio, sodio, magnesio, fósforo, cobre, zinc y níquel (Emmanuel-Ikpeme *et al.*, 2014). Otros compuestos que se presentan en concentraciones elevadas son: capsaicinoides, capsinoides, flavonoides, fenoles y carotenoides (Fonseca *et al.*, 2012; Shaha *et al.*, 2013; Shotorbani *et al.*, 2013).

Se ha demostrado que el consumo de pimiento tiene un efecto curativo sobre el sistema digestivo, debido a sus propiedades antidiarreicas, antivomitivas, antiinflamatorias, analgésicas, antioxidante, hipoglicémicas, antifúngicas, antimicrobiana. También se ha referido para el tratamiento preventivo contra úlceras gástricas (Sim y Sil, 2008; Pandey *et al.*, 2012; Bokaeian *et al.*, 2014).

El consumo del fruto ha sido recomendado en dietas hipocalóricas o para adelgazar, ya que sus componentes mayoritarios están representados por los hidratos de carbono, proteínas en pequeña cantidad y muy pocos lípidos. Además, el pimiento posee un alto contenido de agua (mayor del 90 %), por lo cual su valor calórico se considera bajo. Su elevado contenido en fibra favorece el arrastre de los residuos fecales del intestino, evitando putrefacciones y actuando como laxante, por lo que su ingestión es muy conveniente en aquellas personas que padecen de estreñimiento (Ribeiro *et al.*, 2007).

En la actualidad se comercializan varias cremas que se han elaborado a partir de la capsaicina proveniente de los pimientos picantes. Estos preparados farmacológicos se utilizan para aliviar el dolor de la artritis (Bemstein y Philips, 2006).

### **Requerimientos edafoclimáticos del pimiento**

El pimiento crece en suelos de textura arenosa limosa, ricos en materia orgánica (3 y 4%), fértiles y profundos, con buen drenaje y pH de 6,0 a 7,5. Es un cultivo poco resistente a la salinidad y las deficiencias de calcio pueden predisponerla a las enfermedades vasculares. *C. annuum* responde de manera favorable con la aplicación de estiércol. Se puede suministrar alrededor de 20 a 30 tm/ha en cultivo al aire libre (Torres, 2002).

La exigencia en cuanto a nitrógeno y fósforo durante las primeras fases de *C. annuum* es elevada, decreciendo la demanda de estos elementos luego de la recolección de los primeros frutos verdes. Teniendo en cuenta esta problemática se ha recomendado adicionar gallinaza antes del trasplante y en el caso del nitrógeno, fraccionar su aplicación entre el trasplante, floración y durante la cosecha (Aldana, 2001).

El fosforo es fundamental en las primeras etapas del cultivo para estimular la formación de las raíces. También es necesario en periodos de floración y formación del fruto y su máxima demanda ocurre cuando se acerca la floración y la maduración de las semillas. El potasio también es importante en la nutrición de esta planta, se debe incrementar su

aplicación con el desarrollo del cultivo hasta la floración y luego mantener a nivel constante, ya que es determinante de la precocidad, firmeza y el color de la fruta.

Las exigencias de magnesio son mayores cuando la planta se encuentra en la fase de maduración. Es común encontrar, de la mitad del ciclo en adelante, deficiencias de magnesio, que en parte se deben a la demanda de la planta por el aumento de la concentración de iones que compiten con el magnesio (amonio, potasio) o por deficiencia en el riego, ya que el magnesio se mueve por flujo masal en el suelo (De Grazia *et al.*, 2004).

El pimiento es medianamente tolerante a la salinidad, un nivel adecuado no debe superar el valor de 1,5 mS.cm-1.

Esta hortaliza es considerada una planta que exige un clima cálido o templado. Su desarrollo óptimo se produce a temperaturas diurnas entre 20-25°C y nocturnas de 16-18°C (Maroto, 2000).

Las altas temperaturas pueden afectar el desarrollo de las plantas de pimiento, específicamente cuando las plantas se exponen a 33°C o más durante más de 120 horas. Se ha observado afectaciones a la formación y desarrollo de los frutos de pimientos en estas condiciones. Los valores de humedad recomendados oscilan entre 50-70%. Este autor señaló que la humedad alta y la vegetación exuberante exponen al cultivo a problemas con la floración y la fecundación de las flores. Por el contrario, si la humedad es baja y la temperatura es elevada, se puede producir caída de las flores y los frutos (Erickson, 2002).

*C. annuum* es exigente en cuanto a la luminosidad, principalmente al inicio del desarrollo y en la floración. Cuando este factor es bajo los tallos se alargan y quedan debilitados para mantener una buena producción. Sin embargo, Fernández (2007) considera que los frutos son sensibles a los rayos directos del sol, por lo que se requiere que la planta tenga buena cobertura de hojas.

La germinación debe realizarse en bandejas germinadoras, utilizando como sustrato vermicompost. El tiempo que se mantenga la planta en el semillero no debe ser mayor de 30 días. El trasplante se realiza en el momento en que las raíces alcanzan la base de la bandeja germinadora. El terreno debe humedecerse la noche anterior si se riega por aspersión u horas antes, si el riego es por goteo. La distancia de siembra varía en dependencia si el surco es sencillo o doble. Se recomienda aplicar solución iniciadora, una vez trasplantada, para prevenir pudriciones radiculares por ataques de hongos y nematodos (Pacheco, 2001).

### **Impacto de la fertilización química en la agricultura**

Los fertilizantes químicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio han sido ampliamente utilizados en la agricultura y su efecto potenciador sobre el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de las plantas, ha sido referido por numerosos autores en diferentes cultivos como *Solanum lycopersicum* L. (Adekiya y Agbede, 2009; Ortas, 2013), *Capsicum annuum*

L. (Golcz *et al.*, 2012; El-Bassiony *et al.*, 2012; Khan *et al.*, 2014), *Solanum melongena* L. (Akanbi *et al.*, 2007) y *Lactuca sativa* L. (Boroujerdnia *et al.*, 2007).

La aplicación de fertilizantes nitrogenados a los cultivos y el aumento en el contenido de clorofila, N en las hojas, peso seco de los brotes, floración y el tiempo de maduración de los frutos han sido relacionados (Guohua *et al.*, 2001; Maderira y de Varennes, 2005). El efecto de este elemento sobre dichos indicadores afecta por ende la productividad de los cultivos (peso y número de frutos por planta), ya que un aumento en la concentración de clorofilas implica un incremento en la actividad fotosintética y en la producción de numerosos compuestos que desempeñan funciones esenciales en la fisiología de las plantas. Por otra parte, una mayor disponibilidad de N en las hojas aumenta la síntesis de enzimas claves para el metabolismo celular (Tumbare *et al.*, 2004; Akanbi *et al.*, 2007; Aujla *et al.*, 2007).

Estudios realizados por Qawasmi *et al.* (1999) refirieron que un aumento en la aplicación de nitrógeno, incrementa la absorción de otros elementos esenciales como el potasio y el fósforo, debido a un efecto sinérgico del N sobre los otros.

A pesar del uso tradicional de los fertilizantes químicos para lograr una mayor productividad de los cultivos, el empleo en exceso de los mismos puede afectar los rendimientos. Estudios realizados por Aminifard *et al.* (2012) refirieron una disminución de este indicador en *C. annuum*, cuando se aplicó una dosis de N superior a 100 kg/ha. El efecto tóxico de este elemento en altas concentraciones ha sido observado también por otros autores (Boroujerdnia y Ansari, 2007).

El uso extensivo e indiscriminado de estos productos durante la “Revolución verde” en la década del 60 del siglo pasado, ha provocado un daño continuo a los ecosistemas, la contaminación de las aguas subterráneas y cambios de pH en los suelos, entre otros problemas medioambientales (Chen *et al.*, 2009; Morakinyo *et al.*, 2013; Subash *et al.*, 2014).

El impacto de la aplicación de fertilizantes químicos en las tierras destinadas a la agricultura no solo se mide en términos de calidad del suelo, sino también en la supervivencia de los organismos que viven en él; en especial las lombrices de tierra que representan la mayor fracción de la biomasa de invertebrados en el suelo y tienen una función importante en la estructura del suelo y el suministro de nutrientes a las plantas. Las lombrices de tierra se consideran un bioindicador para la evaluación de riesgos tóxicos de sustancias xenobióticas en los ecosistemas terrestres (Reinecke y Reinecke, 2004), ya que sus poblaciones son afectadas por factores como el tipo de suelo, la temperatura, la humedad, el pH; así como por la disponibilidad de materia orgánica para su alimentación (Xiao *et al.*, 2004).

Estudios realizados por Rai *et al.* (2014) demostraron el efecto tóxico de la urea sobre las poblaciones de *Eisenia foetida* (roja californiana) en condiciones de laboratorio. En dichas investigaciones, concentraciones comunes que se utilizan para la fertilización en las labores agrícolas provocaron la muerte de los animales. Por el contrario, un ensayo similar realizados por estos autores con ácido húmico (95%) mejoró un grupo de indicadores como la biomasa, el número de cocones e individuos en estado juvenil.

## **Concepto de materia orgánica y su importancia como alternativa para la fertilización de los suelos**

El incremento de los costos de los fertilizantes inorgánicos y su impacto sobre el suelo y el medioambiente ha despertado la atención hacia investigaciones relacionadas con el uso de fertilizantes orgánicos. El auge de estos fertilizantes tuvo lugar cuando se reconoció que la mayoría de las tierras destinadas a la agricultura han sido degradadas en nutriente y este deterioro continúa en avance. La explotación intensiva de los suelos sin un balance adecuado de fertilizantes químicos y con poco o ningún suplemento de fertilizante orgánico, ha provocado daños severos a la fertilidad de los suelos y en consecuencia, se obtiene un pobre crecimiento de los cultivos y bajos rendimientos en las cosechas.

La Agricultura sostenible, según González (2002), se distingue por la aplicación de elevadas cantidades de materia orgánica en el soporte de la nutrición vegetal y en el manejo de la conservación de la fertilidad del suelo.

La materia orgánica fue definida por Primavessi (1990) como toda sustancia muerta proveniente de plantas, microorganismos, excreciones animales (de fauna terrícola ya sea de micro y macro fauna muerta), que se superponen a la parte mineral del suelo y que bajo la acción de factores edafoclimáticos y biológicos son sometidos a un constante proceso de transformación.

Otro autores definen la materia orgánica como aquella sustancia proveniente de animales o vegetales encargada de mejorar la estructura del suelo y de satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos, provocando un impacto positivo en el medio ambiente (Yero y Rodríguez, 2011).

Debido a que la fertilidad de los suelos es el recurso fundamental para una elevada producción de los cultivos, su mantenimiento es un prerrequisito para lograr una productividad sostenible. La materia orgánica del suelo es un factor para la fertilidad sostenible del suelo, la cual experimenta un proceso de mineralización y libera cantidades sustanciales de N, P y K y pequeñas cantidades de micronutrientes. Muchos de los suelos cultivados poseen un contenido de materia orgánica que está muy por debajo de la cantidad requerida (2 %) para ser considerado un buen suelo para las labores agrícolas (Louisa y Taguiling, 2013).

La materia orgánica contribuye a mantener la estructura del suelo y en mayor o menor grado a un gran número de funciones físicas, químicas y biológicas del mismo (Njukeng *et al.*, 2013). La incorporación de ésta al suelo produce los siguientes efectos favorables:

- ✓ Aporta nutrimentos minerales al suelo para el crecimiento de las plantas, cuya liberación se produce en largos periodos de tiempo (Chirila *et al.*, 2013).
- ✓ Provoca efectos favorables sobre la economía del agua, la aireación y el poder retentivo de los nutrimentos. Su adición beneficia las condiciones físicas del suelo, disminuye la compactación, favorece el desarrollo de las raíces de las plantas y la labranza del suelo planta (Donahue *et al.*, 1998; Louisa y Taguiling, 2013).

- ✓ Activa biológicamente al suelo al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes durante su descomposición, que sirven de fuentes de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno (Dong *et al.*, 2012).
- ✓ Alimenta a los microorganismos activos de la descomposición, que producen antibióticos, protegen a las plantas de enfermedades y participan en la descomposición de los compuestos orgánicos hasta formar los iones  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}^+$  antes de ser utilizados por las plantas (Bhat *et al.*, 2013).
- ✓ Aumenta el poder tampón y la capacidad de intercambio catiónico (Adesina *et al.*, 2014).
- ✓ Proporciona sustancias como fenoles, que contribuyen a la respiración de la planta y a una mayor absorción de fósforo.

Los efectos positivos de la aplicación de materia orgánica a las plantas fueron descritos por Hoang y Bohme (2001), los cuales destacaron su acción sobre el desarrollo de las raíces y tallos. También se ha comprobado que su incorporación incrementa la resistencia no específica de los cultivos y favorece la absorción de nutrientes y micronutrientes.

La aplicación de abonos orgánicos es una de las alternativas promisorias actuales para recuperar la fertilidad del suelo, ya que los microorganismos que se encuentran en el compost, realizan una importante función al descomponer las sustancias orgánicas y convertirlas en minerales, los cuales son asimilados por las plantas durante su ciclo productivo (Rodríguez, 2000 y Rodríguez, 2002).

La fertilización orgánica puede ser una vía económica y ecológicamente efectiva para reducir la dependencia de los fertilizantes químicos. Se ha demostrado que el uso de abonos orgánicos obtenidos de los desechos de las propias fincas o de su entorno, contribuyen a eliminar la contaminación ambiental que se produce cuando estos son vertidos al medio, e incrementa los rendimientos de varias especies al sustituir parcial o totalmente a los fertilizantes minerales (González *et al.*, 2002).

Por otra parte, Peña (2002) le atribuye a los abonos orgánicos otras funciones, dentro de ellas la mayor rentabilidad que proporcionan el sistema agrícola, al reducir en gran medida las normas de riego, debido a su contribución a la mayor retención de humedad en el suelo, disminuyendo así los costos de producción.

Las características de los abonos orgánicos están regidas por su contenido de materia orgánica, la naturaleza de los materiales que participan en su formación y del proceso de fermentación y descomposición a que fueron sometidos los residuos orgánicos.

La productividad de los cultivos durante el primer año, luego de la fertilización orgánica en el campo, es lenta en comparación con los años subsecuentes, donde la fertilidad de los suelos aumenta en la medida que los materiales orgánicos son mineralizados (Yaday *et al.*, 2013). Chan *et al.* (2008) observó menores rendimientos de arroz con la fertilización orgánica en comparación con la fertilización química convencional, aunque esta diferencia fue compensada con los bajos precios de los abonos orgánicos en el mercado.

La mayoría de los estudios comparativos entre la fertilización química y orgánica han mostrado que el compost no mejora la productividad (Toor *et al.*, 2006; del Amor, 2007; Gül *et al.*, 2007; Evanylo *et al.*, 2008; Flores *et al.*, 2009). Sin embargo, otros resultados indican que los fertilizantes orgánicos son suficientes para producir vigor y un elevado rendimiento en las plantas, a niveles comparables con los cultivos tratados con fertilizantes nitrogenados sintéticos (Olaniyi y Akanbi, 2007). Incluso, este rendimiento se ha incrementado cuando se combina el compost con nitrógeno inorgánico (Ghname y Shafeek, 2005; Pimentel *et al.*; 2005).

Numerosos autores han referido las ventajas de los abonos orgánicos en la obtención de mejores rendimientos en diversos cultivos. Louisa y Taguiling (2014) observaron un aumento en el crecimiento de *Capsicum annuum* y *Solanum melongena* con la aplicación de residuos compostados proveniente de desechos de cultivos. Los indicadores evaluados por estos investigadores fueron la altura de la planta, el número y área de las hojas, el número de yemas y el peso fresco de la planta. Dichos estudios indicaron que la adición gradual de nueva biomasa durante el compostaje de los residuos de cultivos, produce una mayor calidad del compost que puede ser utilizado para estimular el crecimiento de las plantas.

En *Lactuca sativa* L., Maynard (1991) refirió un rendimiento superior de este cultivo al aplicar 5 t/ha de materia orgánica, en comparación con la fertilización química. Estudios similares utilizando enmiendas orgánicas y compost comercial, permitieron mejorar el número, el peso, el tiempo de maduración de los frutos y el rendimiento del pimiento. El comportamiento de este cultivo con relación a la altura de la planta y la floración siguieron una respuesta varietal (Turki y Khalfallah, 2014).

Las prácticas convencionales de fertilización y la agricultura orgánica se caracterizan por ser dinámicas y muy variables, dependiendo de la región, la calidad del suelo, las enfermedades, la estación de desarrollo del cultivo, el clima y el genotipo, entre otros factores. Por lo tanto, las comparaciones entre estos sistemas es muy difícil de establecer (Mitchell *et al.*, 2006; Barrett *et al.*, 2007).

Según Mitchell *et al.* (2006) las diferencias fundamentales entre los sistemas orgánicos y convencionales de fertilización se hayan en el aspecto cuantitativo y en el comportamiento del nitrógeno, como la disponibilidad y mineralización de este elemento. Sin embargo, Maeder *et al.* (2002) y De Ponti *et al.* (2012) planteron que la diferencia fundamental estaba dada por la entrada de N, P, K en los sistemas orgánicos, los cuales se encuentran entre 34 y 51% menor que en los sistemas convencionales; dependiendo del cultivo, las condiciones del suelo y del agua.

### **Humus de lombriz. Características e importancia**

La obtención de humus de lombriz es un proceso biotecnológico simple, en el cual ciertas especies de lombrices de tierra son utilizadas para acelerar la conversión de desechos orgánicos en mejores productos. Este producto constituye uno de los principales abonos orgánicos que se utiliza en la actualidad por su bajo costo de obtención (Adhikary, 2012).

El compostaje mediante el uso de lombrices de tierra, difiere en diferentes aspectos a otros métodos de compostaje (Gandhi *et al.*, 1997). El vermicompostaje es un proceso que utiliza microorganismos y lombrices de tierra que son activos a temperatura entre 10 y 32°C. Dicho proceso es más rápido que el compostaje, ya que la materia orgánica pasa a través del tracto intestinal de las lombrices donde se alojan microorganismos, que producen reguladores del crecimiento y otras sustancias como enzimas que participan en la degradación del material ingerido (Vermi, 2001; Crescent, 2003).

La excreta de las lombrices son ricas en nutrientes. El análisis químico de las galerías realizadas por estos organismos mostró un contenido de nitrógeno, potasio y calcio disponible, 5, 7 y 1,5 veces superior, al encontrado en la capa superficial de suelos con buena fertilidad (Ruz-Jerez *et al.*, 1992; Parkin y Berry, 1994). Además, la vida media de los nutrientes es aproximadamente 6 veces superior en comparación con otros tipos de suelos. De manera similar, Reinecke *et al.* (1992) refirieron que el fósforo al pasar por el tracto digestivo de las lombrices es convertido en formas disponibles para la planta. Esto es un aspecto importante, ya que el fósforo es considerado usualmente un elemento limitante para el crecimiento de los vegetales. Por lo tanto, cualquier proceso que incremente la disponibilidad de fósforo a través de las plantas o la materia orgánica, será de gran interés para la agricultura.

El humus de lombriz contiene un promedio entre 1.5% - 2.2% de N, 1.8% - 2.2% de P y 1.0% - 1.5% de K. El carbono orgánico oscila en un rango entre 9.15 to 17.98 % y contiene micronutrientes como sodio, calcio, zinc, azufre, manganeso y hierro (Adhikary, 2012).

El vermicompost de calidad además de ser una fuente orgánica de elementos nutritivos primarios y secundarios, mejora las condiciones físicas y estructura del suelo, la capacidad de mantener la humedad y los nutrientes, así como la actividad microbiana y la transformación de nutrientes (Singh *et al.*, 2011). El humus de lombriz ha reemplazado paulatinamente otros sustratos como componentes del medio de crecimiento en las producciones hortícolas, aunque su uso se recomienda en mezcla con otros materiales (Lazcano y Domínguez, 2010; Ameri *et al.*, 2012). Además, el efecto en el crecimiento de las plantas puede ser diferente entre tipos de lombricomposta debido a la variación en sus propiedades (Doyle *et al.*, 2011).

La aplicación de humus de lombriz reporta grandes beneficios para los cultivos ya que el mismo está compuesto por ácidos húmicos y fúlvicos que mejoran las condiciones del suelo, retienen la humedad e introducen grandes cantidades de microorganismos benéficos al sustrato.

Varios estudios han demostrado que el vermicompost contiene promotores del crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas, que son secretadas por las lombrices de tierra (Suhane, 1997, Nagavallema *et al.*, 2004). La producción de estos reguladores promotores del crecimiento estimula el crecimiento de las plantas y acorta el tiempo de producción y cosecha de los cultivos (Calimacas, 2011).

El humus de lombriz también presenta antibióticos y actinomicetes que pueden aumentar la resistencia biológica de las plantas frente a enfermedades. Trabajos realizados por Singh

(1992) y Suhane (2007) refirieron una reducción del 75% de la aplicación de pesticidas químicos cuando se emplearon lombrices de tierra y vermicompost en las labores agrícolas.

Numerosos autores han demostrado la capacidad del humus de lombriz para reducir entre 20 y 40% el ataque de enfermedades a las plantas provocadas por insectos como *Myzus persicae*, *Pseudococcus* spp. y *Peiris brassicae* en *Capsicum annuum*, *Brassica oleracea* y *Solanum lycopersicum* (Arancon *et al.*, 2002). Estudios similares reflejaron la capacidad del vermicompost para suprimir nemátodos parasíticos de plantas en experimentos de campo con *Capsicum annuum*, *Solanum lycopersicum* y *Fragaria* sp. (Edwards y Arancon, 2004). Este efecto protector ha sido asociado a la competencia interespecífica que se establece por el alimento entre las poblaciones de microorganismos presentes en el compost y los patógenos.

Otros trabajos evaluaron la capacidad supresora del vermicompost frente a otras enfermedades provocadas por los organismos patógenos *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium* y *Sphaerotheca fulginea* en cultivos como *Cucumis sativus* L., *Raphanus sativus*, *Fragaria* sp. y *Vitis vinifera*, respectivamente. En estos experimentos el efecto supresor del humus de lombriz fue eliminado luego de su esterilización, lo cual demostró que los mecanismos biológicos de la supresión de dichas enfermedades están basados en un antagonismo microbiano (Adhikary, 2012).

El efecto antifúngico del vermicompost también fue demostrado mediante la adición de extractos de humus de lombriz a tres especies de plantas ornamentales, lo cual provocó una reducción significativa en la esporulación del patógeno *Phytophthora cryptogea* (Orlikowski, 1999); mientras que los extractos acuosos de humus de lombriz redujeron el crecimiento de otros hongos como *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Corticium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* (Nakasone *et al.*, 1999). De manera similar, el uso de extractos sólidos en semillas de tomates redujo la infección causada por *Fusarium lycopersici* (Szczech, 1999) y *Phytophthora nicotianae* (Szczech y Smolinska, 2001).

La riqueza microbiana del humus de lombriz determina su poder fertilizante. Por otra parte debe considerarse que el mismo aporta compuestos fitoestimulantes al suelo, lo cual determina su empleo en varias ramas de la agricultura especializada como la fruticultura, la horticultura y en viveros (Compagnoni y Potzolu, 1994).

El humus en algunos casos actúa como hormona de crecimiento y bajo condiciones favorables muestra resultados positivos sobre la biomasa de los frutos. Este efecto ha sido comprobado por varios autores al estudiar la repercusión de la aplicación de este bioproducto, en el indicador masa fresca de los frutos del maíz (Caro, 2004), el rábano (Besú y Ruisánchez, 2005) y la lechosa (Sindoni *et al.*, 2009).

## **Resultados de la aplicación de humus de lombriz en la productividad y calidad del ají y otros cultivos**

Las hortalizas se consideran de forma general cultivos exigentes en materia orgánica. Específicamente para el cultivo del pimiento se debe tener en cuenta que es necesario evitar la aplicación de estiércoles frescos (Aguado *et al.*, 2011).

Estudios realizados en *C. annuum* L. por De Garzia *et al.* (2007) demostraron el efecto beneficioso de la adición de materiales compostados en la mezcla de sustratos, con relación a parámetros fotosintéticos y al tiempo que demoró el desarrollo de los frutos hasta alcanzar un tamaño comerciable. De manera similar, López-Baltaza *et al.* (2013) obtuvieron incrementos en plantas de ají cultivadas en vermicomposta con relación al número de hojas y al diámetro del tallo.

En el cultivo de *Carica papaya* L. en fase de vivero y de trasplante al campo, Vielma *et al.* (2009) mostraron el efecto positivo de la aplicación de vermicompost a dichas plántulas. Dichos autores refirieron un incremento en diferentes indicadores como la altura y el diámetro de la planta, el inicio de la floración, la fructificación y el número de frutos por planta. Es importante destacar que en estos experimentos se observó un desarrollo pobre de las plantas y una mayor susceptibilidad a *Phytophthora* sp. en el tratamiento donde sólo se aplicó fertilizante químico, lo cual indica la importancia de utilizar de manera combinada los fertilizantes químicos con los orgánicos, para obtener mayores rendimientos y calidad en las producciones.

Estudios sobre fertilización orgánica utilizando vermicompost de vacaza (8% V/V) mostraron valores elevados en el crecimiento, el peso fresco y el peso seco del tallo de *Matricaria recutita* L.; así como en el número, el peso fresco y el seco de las flores (Dastgheibifard *et al.*, 2014).

El humus de lombriz también provocó un incremento en el rendimiento de *Fragaria* sp. y disminuyó la incidencia de desórdenes fisiológicos como el albinismo, las malformaciones de los frutos y las enfermedades provocadas por *Botrytis* (Webster, 2005).

Estudios de fertilización química y orgánica en *Pisum sativum* L. mostraron un mejor resultado con el uso de vermicompost, con relación al tamaño de las legumbres, el peso de las semillas por planta, el contenido de proteína y carbohidratos y el rendimiento (Meena *et al.*, 2007). Resultados similares fueron obtenidos por Karmegam y Daniel (2008) en Lablab purpureas, los cuales observaron valores más elevados con el uso de vermicompost en indicadores de crecimiento y rendimiento como contenido de clorofila en hojas, producción de materia seca, momento de la floración, longitud y número de frutos por planta, peso seco de 100 semillas y rendimiento por hectárea. El mayor rendimiento (109 t/ha) fue obtenido con una aplicación de 2,5 t/ha de vermicompost.

El efecto positivo del vermicompost sobre indicadores de crecimiento y desarrollo, rendimiento y calidad, han sido observados por numerosos investigadores (Tabla 1).

Tabla 1. Estudios sobre el efecto de la fertilización de vermicompost en diferentes cultivos.

Cultivo	Resultados	Autor
<i>Capsicum annuum</i> L.	Aumento en la actividad microbiana y el número de ramas y frutos por planta.	(Singh <i>et al.</i> , 1997)
<i>Capsicum annum</i> L. var. Grossum	Elevado rendimiento.	(Kalembasa y Deska, 1998)
<i>Capsicum annuum</i> L.	Incremento en el área foliar y en la actividad fotosintética con el aumento de la concentración de vermicompost.	(Manjarrez <i>et al.</i> , 1999)
<i>Capsicum annuum</i> L.	Aumento en el contenido de materia seca.	(Ribeiro <i>et al.</i> , 2000)
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Altos rendimientos y peso de los frutos, brotes y raíces.	(Gutiérrez-Miceli <i>et al.</i> , 2007; Méndez <i>et al.</i> , 2012)
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Incremento en la longitud del tallo, la raíz y la biomasa.	(Atiyeh <i>et al.</i> , 2000)
<i>Solanum melongena</i> L.	Elevado rendimiento.	(Tomar <i>et al.</i> , 1998)
<i>Spinacia oleracea</i> L.	Alto rendimiento y calidad.	(Peyvast <i>et al.</i> , 2008)
<i>Fragaria vesca</i>	Alto rendimiento y calidad	(Singh <i>et al.</i> , 2008)
<i>Pisum sativum</i> L.	Máxima altura y número de ramas por planta.	(Reddy <i>et al.</i> , 1998)
<i>Daucus carota</i> L.	Aumento del área foliar	(Tomar <i>et al.</i> , 1998)
<i>Brassica oleracea</i> L.var. <i>capitata</i>	Alto rendimiento.	(Choudhary <i>et al.</i> , 2003)
<i>Brassica oleracea</i> L.	Alto rendimiento y calidad.	(Wang <i>et al.</i> , 2010),
<i>Lactuca sativa</i> L.	Alto rendimiento y calidad.	(Coria-Cayupán <i>et al.</i> , 2009).
<i>Luffa acutangula</i> L.	Alto rendimiento.	(Shreeniwas <i>et al.</i> ,

Roxb.		2000)
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Elevado rendimiento de rubérculos.	(Patil <i>et al.</i> , 1997; Sawicka <i>et al.</i> , 2007)
<i>Helianthus annuus</i> L.	Rendimiento de la semilla. Aumento en el contenido de proteína soluble y actividad nitrogenasa.	(Dayal y Agarwal, 1999; Somasundaram <i>et al.</i> , 2007).

### Uso integrado de la fertilización química y orgánica

Los fertilizantes minerales tienen, en general, una validez indiscutible dentro del conjunto de aportaciones destinadas a fertilizar el suelo, siempre que al utilizarlos no se prescinda automáticamente del abono orgánico. Cuando el abono orgánico y los compuestos químicos se conjugan en proporciones adecuadas, cubriendo debidamente las necesidades nutritivas reales de las plantas, se obtiene una producción óptima, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo (Singh *et al.*, 2011).

Existen teorías que apoyan el uso de los abonos orgánicos ya que reintegran al suelo el humus que los cultivos extraen. Sin embargo, la materia orgánica suministrada en forma de fertilizante no representa un aporte directo de nutrimentos para los vegetales, ya que los elementos nutritivos que contienen no se encuentran en estado mineral y, para que se conviertan en nutrimentos idóneos, han de ser liberados y mineralizados. Esta transformación se produce a través de la acción fermentativa de la microflora, la cual es predominantemente aerobia y tiende a colonizar los estratos más profundos del suelo (Compagnoni y Potzolu, 1994).

La experiencia realizada por Compagnoni y Potzolu en 1994, permitió determinar el grado de mineralización de la materia orgánica. Estos autores consideraron que aproximadamente el 75% de la materia orgánica se disgrega totalmente, hasta quedar mineralizada por completo; el 25% restante, que no se mineraliza, se transforma en humus.

Al evaluar algunos abonos orgánicos procedentes de la zona de Solimán en República Dominicana, Santos (2004) reportó que el contenido nutricional era bajo en el material compostado. Dicho investigador recomendó mejorarlos mediante la incorporación de otras fuentes con mayores contenidos nutricionales. En países como Bolivia, Guatemala y Cuba se dispone de la caracterización de los materiales utilizados en la elaboración de enmiendas orgánicas (Benzing, 2001; Paneque y Calaña, 2004).

En República Dominicana el uso de las enmiendas orgánicas es cada vez mayor; sin embargo, los productores las aplican sin conocer sus niveles nutricionales ni sus características biológicas y físicas. Este tipo de información, permitirá a los productores agrícolas la planificación de la fertilización en los cultivos establecidos en sus predios. Para hacer más eficiente este proceso es necesario conocer la composición microbiológica de las

enmiendas orgánicas con la finalidad de asegurar la inocuidad de los productos y evitar la contaminación del ambiente y posibles daños a la salud humana (Benzing, 2001).

Otros autores plantearon que la incorporación de nutrientes en forma mineral en las mezclas de sustratos puede mejorar su disponibilidad inmediata, contrarrestando el efecto de inmovilización transitoria ocasionada por los componentes orgánicos del sustrato (C:N, C:P) y puede disminuir o evitar la necesidad de agregar abonos al suelo (Degrazia *et al.*, 2006).

Estudios similares mostraron que la adición de nitrógeno orgánico de la fuente (Avicumus®) a humus de lombriz elevó el crecimiento y el rendimiento de *Capsicum annuum* (Miles y Peet, 1999). Arancon *et al.* (2005) reportaron que la concentración de P fue mayor en el tejido foliar de *C. annuum* cultivado con diferentes lombricompostas y fertilización química complementaria, que cuando fue crecido sólo con fertilizantes inorgánicos. Jouquet *et al.* (2011) reportaron que los contenidos de N, P y K provenientes de la fertilización química, se lixiviaron en menor cantidad en el suelo cuando se incorporó lombricomposta, lo que se debió en parte a la lenta tasa de mineralización y a la alta capacidad de intercambio catiónico que presenta el vermicompost.

## Conclusiones

El uso de la fertilización química para incrementar los rendimientos de cultivos como el pimiento, ha sido una práctica en la agricultura tradicional. Sin embargo, el impacto negativo que tiene el uso indiscriminado de estos abonos sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo, unido a los altos precios en el mercado internacional de estos productos; ha hecho que muchos agricultores utilicen otras formas de abonos (orgánicos) que son capaces de aportar nutrimentos a las plantas y a su vez, mejoran las propiedades del suelo. Actualmente se han incrementado las prácticas de fertilización combinando ambos tipos de abonos, para lograr rendimientos superiores sin un impacto significativo sobre el ambiente y que permita satisfacer las demandas crecientes de la población. Entre los abonos orgánicos que más se utilizan para este propósito es el humus de lombriz, el cual representan una fuente de minerales, hormonas vegetales y otras sustancias que contribuyen al crecimiento y desarrollo de las plantas.

## Bibliografía

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; STRONG, M.T. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Smithsonian Contributions to Botany, 2012, 98 (98): 1-1192.

ADEKIYA, A.O.; AGBEDE, T.M. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. Emir. J. Food Agric, 2009, 21 (1): 10-20.

ADESINA, J.M.; SANNI, K.O.; AFOLABI, L.A.; ELEDUMA, A.F. Effect of Variable Rate of Poultry Manure on the Growth and Yield of Pepper (*Capsicum annum*) in South Western Nigeria. *Academia Arena*, 2014, 6 (1) : 9-13.

ADHIKARY, S. Vermicompost, the story of organic gold: A review. *Agricultural Sciences*, 3 (7) : 905-917.

ADHIKARY, S. Vermicompost, the story of organic gold: A review. *Agricultural Sciences*, 2012, 3 (7): 905-917.

AKANBI, W.B.; TOGUN, A.O.; OLANIRAN, O.A.; AKINFASOYE, J.O.; TAIRU, F.M. Physico-chemical properties of Egg plant (*Solanum melongena* L.) fruit in response to nitrogen fertilizer and fruit size. *Agric. J*, 2007, 2(1): 140-148.

ALDANA, H.M. *Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción Agrícola 2. 2da ed.* Bogotá. CO. Panamericana formas e impresos, 2001, pp. 304 - 306.

AMERI, A., TEHRANIFAR, A., SHOOR, M.; DAVARYNEJAD, G.H. Effect of substrate and cultivar on growth characteristic of strawberry in soilless culture system. *African Journal of Biotechnology*, 2012, 11:11960-11966.

AMINIFARD, M.H.; AROIEE, H.; AMERI, A.; FATEMI, H. Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 2012, 7(6): 859-866.

AMOR, F.M. Yield and fruit quality response of sweet pepper to organic and mineral fertilization. *Renewable Agric. Food Syst*, 2007, 22(3): 233-238.

ARANCON, N.Q., EDWARDS, C.A., BIERMANB, P., METZGER, J.D.; LUCHTD, C. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, 2005, 49:297-306.

ARANCON, N.Q.; EDWARDS, C.A.; LEE, S. Management of plant parasitic nematode population by use of vermicomposts. *Proceedings of Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases*, 2002, Brighton, 705-716.

ATIYEH, R.M.; ARANCON, N.; EDWARDS, C.A.; METZGER, J.D. Influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, 2000, 75 (3): 175–180.

AUJLA, M.S.; THIND, H.S.; BUTTAR, G.S. Fruit yield and water use efficiency of eggplant (*Solanum melongena* L.) as influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation. *J. Sci. Hortic*, 2007, 112: 142-148.

BARRETT, D.M.; WEAKLEY, C.; DIAZ, J.V.; WATNIK, M. Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. *J. Food Sci*, 2007, 72(9): 441-451.

BERNSTEIN, J.; PHILLIPS, S. Application of a topical medication containing high-dose capsaicin (0.25%) in a lidocaine containing vehicle for treatment of painful diabetic neuropathy and postherpetic neuralgia". *The Journal of Pain*, 2006, 7:60-60.

BHAT, N.; ALBAHO, M.; SULEIMAN, M.; PREETHA, B.T.; ALI, S.I. Growing Substrate Composition Influences Growth, Productivity and Quality of Organic Vegetables. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 2013, 5(4): 62-66.

BOKAEIAN, M., SAEIDI, S., BAZI, S.; GHAMGOSHA, M. The Effects of *Capsicum annum* L. Extract on the Control of Single and Dual Biofilms of Common Pathogenic Strains Causing Urinary Tract Infection. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2014, 16(10): 65-68

BOROUJERDIA, M.; ANSARI, A.N. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and cultivars on growth, yield and yield components of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Middle East. Russia J. Plant Sci. Biotech*, 2007, 1: 47-53.

CAMERONI, M.G. Análisis de producto pimienta para pimentón, 2010, Disponible en: [www.alimentosargentinos.gob.ar](http://www.alimentosargentinos.gob.ar). Consultado en Octubre de 2014.

CHAN, K.Y.; DORAHY, C.; WELLS, E. "Use of garden organic compost in vegetable production under contrasting soil P status," *Australian Journal of Agricultural Research*, 2008, 59, (4): 374–382.

CHEN, W.C.; WANG, K.R.; XIE, X.L. Effects on distributions of carbon and nitrogen in a reddish paddy soil under long-term different fertilization treatments. *Chinese Journal of Soil Science*, 2012, 40: 523–528.

CHIRILA, E.; LUPASCU, N.; RAICU, S. Preliminary studies on some waste vegetable contribution to the soil fertility. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 2013, 24 (2): 127-130.

CHOUDHARY, R.S.; DAS, A.; PATNAIK, U.S. Organic farming for vegetable production using vermicompost and FYM in Kokriguda watershed of Orissa. *Indian Journal of Soil Conservation*, 2003, 31 (2): 203–206.

CORIA-CAYUPÁN, Y.S.; DE PINTO, M.I.S.; NAZARENO, M.A. Variations in bioactive substance contents and crop yields of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated in soils with different fertilization treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009, 57: 10122-10129.

CRESCENT, T. (2003). Vermicomposting. Development Alternatives (DA) sustainable livelihoods. Disponible en: <http://www.dainet.org/livelihoods/default.htm>. Consultado en octubre de 2014.

CRUZ-CRESPO, E.; CAN-CHULIM, A.; BUGARÍN-MONTOYA, R.; PINEDA-PINEDA, J.; FLORES, R.; JUÁREZ-LÓPEZ, P.; ALEJO-SANTIAGO, G.; Concentración

nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. *Rev. Fitotec. Mex*, 2014, 37 (3): 289 – 295.

DASTGHEIBIFARD, N., SHARAFZADEH, S. AND BAZRAFSHAN, F. Influence of cow manure vermicompost on growth characteristics of german chamomile. *Online International Journal*, 2014, 3 (1): 58-61.

DASTGHEIBIFARD, N.; SHARAFZADEH, S.; BAZRAFSHAN, F. Influence of cow manure vermicompost on growth characteristics of german chamomile. *Cibtech Journal of Zoology*, 2014, 3 (1) : 58-61.

DAYAL, D.; AGARWAL, S.K. Response of sunflower genotypes (*Helianthus annuus*) to nutrient management. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 1999, 69 (1): 10–13.

DEGRAZIA, J.; TITTONELL, P.A.; CHIESA, A. Efectos de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento del pimiento. *Capsicum annuum*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 2006, 34(3): 195-204.

DE GRAZIA, J.; TITTONELL, P.A.; CHIESA, A. Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*Capsicum annum*). *Cienc. Inv. Agr*, 2007, 34 (3): 195-204.

DE LUCCA, A.J.; BOUE, S.; PALMGREN, M.S.; MASKO, K.; CLEVELAND, T.E. Fungicidal properties of two saponins from *Capsicum frutescens* and the relationship of structure and fungicidal activity, *Canadian Journal of Microbiology*. 2006.

DE PONTI, T.; RIJIK, B.; VAN ITTERSUM, M.K. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agric. Syst*, 2012, 108: 1-9.

DÍAZ, R. Las hortalizas en Venezuela, situación actual y perspectivas. Centro de investigaciones Agropecuarias del Estado Lara Memoria del IX Congreso de Hortalizas. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). San Cristóbal, Estado Táchira. 2000, p 87.

DONG, W.; ZHANG, X.; WANG, H.; DAI, X.; SUN, X. Effect of Different Fertilizer Application on the Soil Fertility of Paddy Soils in Red Soil Region of Southern China. *PLoS ONE*, 2012, 7(9): 1-9.

DOYLE, O.P. E., KING, C., O’HAIRE, R., MOORE, T., NICHUALAIN, D.; CARLILE, W. The effect of a peat based growing medium, with varying fertilizer levels and amended with composted green waste (CGW), on the growth and development of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.)). *Acta Horticulturae*, 2012, 891:93:102.

DUQUE, G.C.; OÑA, L.A. Respuesta del cultivo de pimiento( *Casicuun annum*) a dos biofertilizantes de preparación artesanal aplicados al suelo con cuatro dosis en la granja experimental E.C.A. A. Tesis previo a la obtención del título de ingeniero agropecuario, 2007, pp 5-28.

EDWARDS, C.A.; ARANCON, N. Vermicompost suppresses plant pests and disease attacks. Rednova News. 2004.

EL-BASSIONY, A.M.; FAWZY, Z.F.; EL-SAMAD, E.H.A.; RIAD, G.S. Growth, Yield and Fruit Quality of Sweet Pepper Plants (*Capsicum annuum* L.) as Affected by Potassium Fertilization. International Journal of Agr. & Env, 2012, 4: 54-61.

EMMANUEL-IKPEME, C., HENRY, P., OKIRI, O.A. Comparative evaluation of the nutritional, phytochemical and microbiological quality of three pepper varieties. Journal of Food and Nutrition Sciences, 2014, 2(3): 74-80

ERICKSON, A.; MARKHART, A. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature Plant, Cell & Environment, 2002, 25 (1): 123-129.

EVANYLO, G.; SHERONY, C.; SPARGO, J.; STARNER, D.; BROSIUS, M.; HAERING, K. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. Agric. Ecosyst. Environ, 2008, 127: 50-58.

FERNÁNDEZ, G. Extracción análisis, estabilidad y síntesis de capsaicinoides. Tesis doctoral, 2007, Pp. 3-45.

FLORES, P.; HELLIN, P.; FENOLL, J. Effect of manure and mineral fertilization on pepper nutritional quality. J. Sci. Food. Agric. 2009, 89(9): 1581-1586.

FONACIT.. Plan nacional de semilla en marcha [en línea]. 2002. Disponible en: <http://www.fonacit.gob.ve/registros/entrevistas.asp?id=158>. [Consulta: octubre, 20 2014].

FONSECA, R.; CHAILOUX, M.; TAMAYO, V.; VEGA, G.; ANAYA, K. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento del Pimiento (*Capsicum annuum* L). Revista Granma Ciencia, 2012, 16 (3 ), pp.

GANDHI, M., SANGWAN, V., KAPOOR, K.K. AND DILBAGHI, N. Composting of household wastes with and without earthworms. Environment and Ecology. 1997, 15: 432-434.

GHASEM, S.; MORTEZA, A.S.; MARYAM, T. Effect of organic fertilizers on cucumber (*Cucumis sativus*) yield. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 2014, 7 (11) : 808-814.

GHONAME, A.; SHAFEEK, M.R. Growth and fertility of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in plastic house as affected by organic, mineral and bio-N-fertilizers. J. Agro, 2005, 4(4): 369-372.

GOLCZ, A.; KUJAWSKI, P.; MARKIEWICZ, B. Yielding of red pepper (*Capsicum annuum* L.) under the influence of varied potassium fertilization. Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus, 2012, 11 (4) : 3-15.

GÜL, A.; KIDOĞLU, F.; ANAÇ, D. Effect of nutrient sources on cucumber production in different substrates. *Scientia Horticulturae*, 2007, 1132: 216-220.

GUOHUA, X.; SHMUEL, W.; KAFKAFI, U. Effect of varying nitrogen from and concentration during growing season on sweet pepper flowering and fruit yield. *J. Plant Nutr*, 2001, 24(11): 1099-1116.

GUPTA, R.K.; BANSAL, N.; KALYANKAR, A.D.; BANSAL, N.; KALYANKAR, A.D. Efficient Utilization of Solid Organic Waste Through Vermicomposting and its Impact on Growth Parameters of Different Vegetable Crops. *Journal of Environmental Science and Sustainability (JESS)*, 2013, 1 (3): 85 – 88.

GUTIÉRREZ-MICELI, F.A.; SANTIAGO-BORRAZ, J.; MONTES MOLINA, J.A.; NAFATE, C.C., ABDUD-ARCHILA, M.; OLIVA LLAVEN, M.A.; RINCÓN-ROSALES, R.; DEENDOVEN, L. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology*, 2007, 98: 2781-2786.

GUZMÁN, O.; LIMÓN, V.F. Producción de chile morrón (*Capsicum annum* L.) en la zona oriente del valle de Mexico bajo invernadero- hidroponía. 94h. Tesis de licenciatura UACH. Chapingo. Mexico. 2000.

HOWARD, L.R.; TALCOTT, S.T.; BRENES, C.H.; VILLALON, B. “Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected peeper cultivars (*capsicum* species) as influenced by maturity”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, 48 (5): 1720-1726.

INFOAGRO. El cultivo de pimiento. en línea. Disponible en <http://.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>, 2003, Consultado en Octubre de 2014.

JOUQUET, E.P.; BLOQUEL, E.; THU-DOAN, T.; RICOY, M.; ORANGE, D.; RUMPEL, C.; TRAN-DUC, T. Do compost and vermicompost improve macronutrient retention and plant growth in degraded tropical soils? *Compost Science & Utilization*, 2011, 19:15-24.

KAALE, E.; SCHEPDAEL, A.V.; ROETS, E.; HOOGMARTENS, J.. “Determination of capsaicinoids in topical cream by liquid-liquid extraction and liquid chromatography”. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2002, 30: 1331-1337.

KALEMBASA, D. “The effects of vermicompost on the yield and chemical composition of tomato,” *Zeszyty Problemowe Postępow Nauk Rolniczych*, 1996, 43: 249–252.

KALEMBASA, S.; DESKA, J. The possibility of utilizing vermicompost in the cultivation of radish and paprika. *Annals of Agricultural University of Poznan*, 1998, 27: 131–136.

KARMEGAM, N.; DANIEL, T. Effect of vermin- compost and chemical fertilizer on growth and yield of Hyacinth Bean (*Lablab purpureas*). *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, Global Science Books, 2008, 2: 77-81.

KHAN, A.; SHAH, S.N.M.; RAB, A.; SAJID, M.; ALI, K.; AHMED, A.; FAISAL, S. Influence of nitrogen and potassium levels on growth and yield of chillies (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2014, 3 (3): 260-264.

LAZCANO, C.; DOMÍNGUEZ, J. Effects of vermicompost as a pot-ting amendment of two commercially-grown ornamental plant species. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2010, 8:1260-1270.

LEÓN, A.P.; PÉREZ, J.; CHIESA, A. Vermicompost Application and Growth Patterns of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agricultura Tropica et Subtropica*. 2012, 45 (3) : 134-139.

LÓPEZ-BALTAZAR, J.; MÉNDEZ-MATÍAS, A.; PLIEGO-MARÍN, L.; ARAGÓN-ROBLES, E.; ROBLES-MARTÍNEZ, M.L. Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annuum*) en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2013, 6 : 1139-1150.

LOUISA, M.G.; TAGUILING, G. Quality improvement of organic compost using green biomass. *European Scientific Journal*, 2013, 9 (36) : 1857 – 7881.

MADEIR, A.C.; DE VARENNE, A. Use of chlorophyll meter to assess the effect of nitrogen on sweet pepper development and growth. *J. Plant Nutr*, 2005, 28(7): 1133-1144.

MAEDER, P.; FLIESSBACH, A.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 2002, 296 (5576): 1694-1697.

MANJARREZ, M.; MARTINEZ, J.; FERRERA, R.; CERRATO, R.; GONZALEZ CHAVEZ, M.C. Effect of vermicompost and mycorrhizal fungi on growth and photosynthetic rate of chilli. *Terra*, 1999, 17 (1): 9–15.

MAROTO, J. *Horticultura Herbácea Especial*. Ediciones MUNDIPRENSA, 2000, pp 23-42.

MARTÍ, M.C.; CAMEJO, D.; VALLEJO, F.; ROMOJARO, F.; BACARIZO, S.; PALMA, J.M.; SEVILLA, F.; JIMÉNEZ, A. Influence of fruit ripening stage and harvest period on the antioxidant content of sweet pepper cultivars. *Plant Foods Hum. Nutr*, 2011, 66, 416–423.

MATEOS, R.M.; JIMÉNEZ, A.; ROMÁN, P.; ROMOJARO, F.; BACARIZO, S.; LETERRIER, M.; GÓMEZ, M.; SEVILLA, F.; DEL RÍO, L.A.; CORPAS, F.J.; PALMA, J.M. Antioxidant Systems from Pepper (*Capsicum annuum* L.): Involvement in the Response to Temperature Changes in Ripe Fruits. *Int. J. Mol. Sci*, 2013, 14, 9556-9580

MATHIVANAN, S.; CHIDAMBARAM, A.; SUNDARAMOORTHY, P.; KALAIKANDHAN, R. Effect of vermicompost on germination and biochemical constituents of ground nut (*Arachis hypogaea*. L.) seedling. *International Journal of Research in Biological Sciences*, 2012, 2 (2): 54-59.

MAYNARD, A.A. Intensive vegetable production using composted animal manure. Bulletin of Connecticut Agricultural Experiment Station, 1991, 892: 13.

MEENA, R.N.; SINGH, Y.; SINGH, S.P.; SINGH, J.P.; SINGH, K. Effect of sources and level of organic manure on yield, quality and economics of garden pea (*Pisum sativum* L.) in eastern Uttar Pradesh. Vegetable Science, 2007, 34: 60-63.

MILES, J.A.; PEET, M.M. Organic Greenhouse Vegetable Production, 1999, Disponible en: [http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/greenhouse\\_veg/topics/organic-production-article](http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/greenhouse_veg/topics/organic-production-article). Consultado en septiembre de 2014.

MINCI. Plan Nacional de semillas recibe recursos adicionales, 2005 [en línea]. Disponible en: [http://www.minci.gob.ve/a\\_r\\_r/1/3005/plan\\_nacional\\_de.pnt](http://www.minci.gob.ve/a_r_r/1/3005/plan_nacional_de.pnt). [Consulta: octubre, 21 2014].

MITCHELL, A.E.; HONG, Y.; KOH, E.; BARRETT, D.M.; BRYANT, D.E.; DENISON, F.; KAFFKA, S. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. J. Agric. Food. Chem, 2006, 54(21): 8244-8252.

MORAKINYO, A.T.; ADEBOYE, O.B.; AWOGBUYI, O.T. Environmental Effects of Application of Fertilizers and Pesticides on Water and Soil in Ibadan, Nigeria. Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS), 2013, 4(6): 773-777.

NAGAVALLEMMMA, K.P.; WANI, S.P.; STEPHANE, L.; PADMAJA, V.V.; VINEELA, C.; BABU RAO, M.; SAHRAWAT, K.L. Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Theme on Agrecosystems Report No. 8. Patancheru 502 324, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Andhra, 2004, 20 p.

NAIK, M. Studies on the effect of organic manures on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annum* L.) under Northern Transition Zone of Karnataka M.Sc(Agri) Thesis, Univ.Agric.Sci., Dharwad, Karnataka, India. 2006.

NAKASONE, A.K.; BETTIOL, W.; DE SOUZA, R.M. The effect of water extracts of organic matter on plant pathogens. Summa Phytopathologica, 1999, 25: 330-335.

NJUKENG, N.J.; NKENG, E.G.; EHABE, E.E.; Schnug, E. International Research Journal of Pure & Applied Chemistry, 2013, 3(1): 22-31.

OLANIYI, J.O.; AKANBI, W.B. Effect of organo mineral and inorganic fertilizers on the yield quality of fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis* hook. F.). Afr. Crop Sci. Confr. Proc, 2007, 8: 347-350.

OLANIYI, J.O.; OJETAYO, A.E. The effect of organomineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield and quality of pepper (*Capsicum frutescence*). J. Animal & Plant Sciences, 2010, 8 (3): 1070- 1076.

ORELLANA, B. El cultivo de chile dulce. Guía técnica. Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal, 2000, San Salvador. El Salvador, pp. 9 – 19.

ORLIKOWSKI, L.B. Vermicompost extract in the control of some soil borne pathogens. International Sym-posium on Crop Protection, 1994: 64, 405-410.

ORTAS, I. Influences of nitrogen and potassium fertilizer rates on pepper and tomato yield and nutrient uptake under field conditions. Scientific Research and Essays, 2013, 8 (23) : 1048-1055.

PACHECO, E. Guía del manejo del cultivo del pimentón, 2001. Disponible en: [http://scienti1.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=000003284](http://scienti1.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=000003284). Consultado en septiembre de 2014.

PALMA, J.M.; JIMÉNEZ, A.; CORPAS, F.J.; MATEOS, R.M.; MARTÍ, M.C.; SEVILLA, F.; DEL RÍO, L.A. Role of ascorbate on the fruit physiology of pepper (*Capsicum annum* L.). *Funct. Plant Sci. Biotech*, 2011, 5, 56–61.

PALMAVEN-PEQUIVEN-INTEVET. Taller de fertilizantes “Situación Actual y Perspectivas de los fertilizantes en Venezuela”. Editado por Casanova Eduardo. Caracas, 1992, p14.

PANDEY, S.K.; YADAV, S.K.; SINGH, V.K. A overview on *Capsicum annum* L. *Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 2012, 4 (2): 821 – 828.

PARKIN, T.B.; BERRY, E.C. Nitrogen transformations associated with earth worm casts. *Soil Biology and Biochemistry*, 1994, 26: 1233-1238.

PATIL, M.P.; HULAMANI, N.C.; ATHANI, S.I.; PATIL, M.G. Response of tomato (*Solanum tuberosum*) cv. Kufri Chandramukhi to integrated nutrient management. *Advances in Agricultural Research in India*, 1997, 8: 135–139.

PEYVAST, G.; OLFATI, J.A.; MADENI, S.; FORGHANI, A. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 2008, 6: 110-113.

PIMENTEL, D.; HEPPELY, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic and economic components of organic and conventional farming systems. *Bioscience*, 2005, 55: 573-582.

QAWASMI, W.; MUNIR, J.M.; NAJIM, H.; REMON, Q. Response of bell pepper grown inside plastic houses to nitrogen fertigation. *J. Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 1999, 30(17): 2499-2509.

RAI, N.; ASHIYA, P.; RATHORE, D.S. Comparative Study of the Effect of Chemical Fertilizers and Organic Fertilizers on *Eisenia foetida*. *International Journal of Innovative Research in Science*, 2014, 3 (5): 12991-12998.

REDDY, R.; REDDY, M.A.N.; REDDY, Y.T.N.; REDDY, N.S.; ANJANAPPA, M. Effect of organic and inorganic sources of NPK on growth and yield of pea. *Legume Research*, 1998, 21 (1): 57–60.

REINECKE, A.; VILJOEN, S.V.; SAAYMAN, R. The suitability of *Eudrilus eugenie*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern Africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biology and Biochemistry*, 1992, 24: 1295-1307.

REINECKE, A.J.; REINECKE, S.A. Earthworms as test organisms in ecotoxicological assessment of toxicant impacts on ecosystems. In: Edwards C.A. (ed.): *Earthworm Ecology*. CRC Press, Boca Raton, 2004, 299–320.

RIBEIRO, L.G.; LOPES, J.C.; MARTINS, F.S.; RAMALHO, R.R. Effect of organic fertilizer application on sweet pepper yield. *Horticultura Brasileira*, 2000, 18: 134–137.

RIBEIRO, S.F.; CARVALHO, A.O.; DA CUNHA, M.; RODRIGUES, R.; CRUZ, L.P.; MELO, V.M.; VASCONCELOS, I.M.; MELO, E.J.; GOMES, V.M. Isolation and characterization of novel peptides from chilli pepper seeds, antimicrobial activities against pathogenic yeasts. *Toxicology*, 2007, 50 (5) : 600-611.

RUZ-JEREZ, B.E.; BALL, P.R.; TILLMAN, R.W. Laboratory assessment of nutrient release from a pasture soil receiving grass or clover residues, in the presence or absence of *Lumbricus rubellus* or *Eisenia fetida*. *Soil Biology and Biochemistry*, 1992, 24: 1529-1534.

SAMAWAT, S.; LAKZIAN, A.; ZAMIRPOUR, A. The effect of vermicompost on growth characteristics of tomato. *Agricultural Science and Technology*. 2001, 15 (2): 83–89.

SAWICKA, B.; BARBAS, P.; KUS, J. Variability of potato yield and its structure in organic and integrated crop production systems. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 2007, 10 (1): 425–427.

SHAHA, R.K., RAHMAN, S.; ASRUL, A. Bioactive compounds in chilli peppers (*Capsicum annum* L.) at various ripening (green, yellow and red) stages. *Annals of Biological Research*, 2013, 4 (8):27-34.

SHOTORBANI, N.Y., JAMEI, R.; HEIDARI, R. Antioxidant activities of two sweet pepper *Capsicum annum* L. varieties phenolic extracts and the effects of thermal treatment. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 2013, 3 (1) : 25-34.

SHREENIWAS, C.H.; MURALIDHAR, S.; RAO, M.S. Yield and quality of ridge gourd fruits as influenced by different levels of inorganic fertilizers and vermicompost. *Annals of Agricultural Research*, 2000, 21: 262–266.

SIINGH, B.K.; PATHAK, K.A.; RAMAKRISHNA, Y.; VERMA, V.K. DEKA, B.C. Vermicompost, Mulching and Irrigation Level on Growth, Yield and TSS of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Indian Journal of Hill Farming*, 2013, 26 (2):105-110.

SIM, H.K.; SIL, Y.H. Antioxidant activities of red pepper pericarp and seed extracts. *International journal of food Science and Technology*, 2008, 43: 1813-1823.

SIMON, T.; TESFAYE, B. Growth and productivity of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) as affected by variety, nitrogen and phosphorous at Jinka, Southern Ethiopia. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*, 2014, 3 (9): 427-433.

SINGH, J.; BHAT, S.S.; SUDHARSHAN, M.R.; SINGH, J.; SREEKRISHNA-BHAT, S. "Performance of Scotch Bonnet chilli in Karnataka and its response to vermicompost," *Indian Cocoa, Arecanut & Spices Journal*, 1997, 21: 9–10.

SINGH, R.; SHARMA, R.R.; KUMAR, S.; GUPTA, R.K.; PATIL, R.T. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria xananassa* Duch). *Bioresource Tech nology*, 2008, 99: 8507-8511.

SINGH, R.D. Harnessing the earthworms for sus-tainable agriculture. Publication of Institute of National Organic Agriculture, Pune, 1992, 1-16.

SINGHL, A.K.; BISEN, J.S.; BORA, D.K.; KUMAR, R.; BERA, B. Comparative study of organic, inorganic and integrated plant nutrient supply on the yield of Darjeeling tea and soil health. *Research paper*, 2011, 58:58-61.

SOMASUNDARAM, E.; MOHAMED, M.A.; THIRUKKUMARAN, K.; CHANDRASEKARAN, K.; VAIYAPURI, K.; SATHYAMOORTHY, K. Biochemical changes, nitrogen flux and yield of crops due to organic sources of nutrients under maize based cropping system. *Journal of Applied Sciences Research*, 2007, 3: 1724–1729.

SUBASH, N.; MEENAKSHISUNDARAM, M.; SASIKUMAR, C.; UNNAMALAI, N. Mass cultivation of *Trichoderma harzianum* using agricultural waste as a substrate for the management of damping off disease and growth promotion in chilli plants (*Capsicum annuum* L.). *Int J Pharm Pharm Sci*, 2014, 6 (5) : 188-192.

SUHANE, R.K. Vermicompost. Rajendra Agriculture University, Pusa, 88. 2007.

SZCZECH, M. Supressiveness of vermicompost against *Fusarium* wilt of tomato. *Journal of Phytopathology*, 1999, 147, 155-161.

SZCZECH, M.; SMOLINSKA, U. Comparison of sup-pressiveness of vermicompost produced from animal manures and sewage sludge against *Phytophthora nico-tianae* Breda de Haar var. *nicotianae*. *Journal of Phyto-pathology*, 2001, 149, 77-82.

TOMAR, V.K.; BHATNAGAR, R.K.; PALTA, R.K. "Effect of vermicompost on production of brinjal and carrot. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*, 1998, 13, (3-4): 153–156.

TOOR, R.K.; SAVAGE, G.P., HEEB, A. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Composit. Anal*, 2006, 19: 20-27.

TORRES, C.X. Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá. Quebecor World, 2002, p. 714 - 715.

TUMBARE, A.D.; NIIKAM, D.R. Effect of planting and fertigation on growth and yield of green chili (*Capsicum annuum*). Indian J. Agric. Sci, 2004, 74: 242-245.

TURCHI, A. Biblioteca práctica del horticultor. Guía práctica de horticultura. Perú. Ceac. S.A, 1999, 236 p.

TURKI, N.; KHALFALLAH, K.K. Effects of Organic Amendments by Composts and Manure on Pepper (*Capsicum annuum* L.) under Greenhouse. International Journal of Current Engineering and Technology, 2014, 4 (3): 1382-1386.

VASANTHAKUMAR, S.K. Studies on beneficial endorhizosphere bacteria in solanaceous crop plants. M.Sc(Agri) Thesis, Univ.Agric.Sci., Dharwad, Karnataka, India. 2003.

VERMI, C. Vermicomposting technology for waste management and agriculture: An executive summary. Vermi Co., Grants Pass, 2001, Disponible en: <http://www.vermico.com/summary.htm>. Consultado en octubre de 2014.

VIELMA, M.S.; HIDALGO, P.R.; MARCANO, L.; SALCEDO, F. Efecto del vermicompost como enmienda orgánica para el cultivo inicial de plantas de lechosa (*Carica papaya* L.) cv. 'Maradol Amarilla'. Revista UDO Agrícola, 2009, 9 (2): 322-326.

WANG, D.; SHI, Q.; WANG, X.; WEI, M.; HU, J.; LIU, J.; YANG, F. Influence of cow manure vermicompost on the growth, metabolite contents, and antioxidant activities of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis*). Biology and Fertility of Soils, 2010, 46: 689-696.

WEBSTER, K.A. Vermicompost increases yield of cherries for three years after a single application. EcoRe-search, South Australia. 2005.

XIAO, H.; ZHOU, Q.X.; LIANG, J.D. Single and joint effects of acetochlor and urea on earthworm *E. fetida* populations in phaeozem, Environmental Geochemistry and Health, 2004, 26: 277-283.

YADAHALLI, V. Studies on the effect of mulches, organics and organic solutions on growth, yield and quality of chilli(*Capsicum annuum* L.) cv.byadagi dabbi in Northern Transition Zone of Karnataka M.Sc(Agri) Thesis, Univ.Agric.Sci., Dharwad, Karnataka, India. 2008.

YADAV, S.; YOGESHWAR, K.S.; YADAV, M.K.; SUBHASH, B.; KALYAN, S. "Effect of organic nitrogen sources on yield, nutrient uptake and soil health under rice (*Oryza sativa*) based cropping sequence," Indian Journal of Agricultural Sciences, 2013, 83 (2): 170-175.