



**AGOSTO 2010**

**ISSN: 1665-8892**

## **I. AGRICULTURA ORGÁNICA**

Efecto de dosis y momento de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollita cambray (*Allium cepa*).

**99**

**Juan Carlos Rodríguez Ortiz, Catarina Loredó Osti, Jorge Alonso Alcalá Jáuregui, Lilia Beltrán Sánchez, José de Jesús Tapia Goné, Carlos Villar Morales y José Luis García Hernández**

Efectividad de ácidos húmicos de leonardita y *azospirillum* en la estabilidad de agregados de un calcisol.

**107**

**Rubén López Cervantes, María del Rosario Zúñiga Estrada, Edmundo Peña Cervantes, Lamberto Zúñiga Estrada y Guillermo González Cervantes**

## **II. PRODUCCIÓN PECUARIA**

Comportamiento reproductivo de cabras gestantes en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína.

**115**

**J. Santos Serrato Corona y Juan Eusebio Subiría Rodríguez**

Calidad de la dieta de bovinos en la época de sequía en cuatro sitios del estado de Durango.

**121**

**Francisco J. González González, O. Gisela Andrade Amador, Francisco O. Carrete Carreón, M. del Socorro Vázquez Mendieta, Rafael Jiménez Ocampo y Liliana Hernández Macías**

## **III. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Evaluación de variedades de avena forrajera bajo condiciones de humedad residual en la Comarca Lagunera.

**129**

**Arturo Reyes González, José de Jesús Espinoza Arellano, Gerardo García Espino, Francisco J. Pastor López, Rodolfo Faz Contreras y Manuel Fortis Hernández**

Evaluación técnica y económica de la generación y transferencia de la tecnología de producción "camas angostas" en melón en la Comarca Lagunera, México.

**137**

**José de Jesús Espinoza Arellano, Pedro Cano Ríos, Manuel Medina Elizondo y Víctor Manuel Molina Morejón**

Influencia del vitazyme en la producción de frijol negro *Phaseolus vulgaris*

**145**

**Rafael S. Herrera García, Manuel García Martínez, Ana M. Cruz Santillán y Aída Romero Utria**

Sistemas de labranza y tipo de fertilización en la producción de maíz forrajero.

**151**

**José Dimas López Martínez, Patricia E. Martínez Parada, Cirilo Vázquez Vazquez, Enrique Salazar Sosa y Rafael Zúñiga Tarango**

Producción de tres genotipos de alfalfa con aplicación de estiércol bovino.

**157**

**Manuel Fortis Hernández, Miguel Ángel Segura Castruita, Pablo Preciado Rangel, Jorge Arnaldo Orozco Vidal, Rafael Zúñiga Tarango, José Luis García Hernández e Ignacio Orona Castillo**

# EFFECTO DE DOSIS Y MOMENTO DE APLICACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA EN LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLITA CAMBRAY (*Allium cepa*)

## Effect of Doses and Application Moment of Vermicompost in the Production of Onion (*Allium cepa*) Type Cambray

Juan Carlos Rodríguez Ortiz<sup>1</sup>, Catarina Loredo Osti<sup>1</sup>, Jorge Alonso Alcalá Jáuregui<sup>1</sup>, Lilia Beltrán Sánchez<sup>1</sup>, José de Jesús Tapia Goné<sup>1</sup>, Carlos Villar Morales<sup>1</sup> y José Luis García Hernández<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía.

<sup>2</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Apartado Postal 1-142 en Gómez Palacio, Dgo.

\*autor para correspondencia: luis\_garher@hotmail.com

### RESUMEN

Con el propósito de contribuir en la producción sustentable en el cultivo de cebollita cambray (*Allium cepa*) que se produce en la zona centro de San Luis Potosí, México, se realizó el presente experimento donde se evaluaron dos dosis de lombricomposta (1.5 y 3 t ha<sup>-1</sup>, equivalentes a 60 y 120 kg de N respectivamente) en tres momentos de aplicación al suelo (84, 52 y 0 días antes del trasplante). La combinación de estos factores formó 6 tratamientos y como testigo se evaluó un tratamiento con fertilización química. Los resultados revelan que los tratamientos de lombricomposta promovieron un mayor crecimiento de las plantas de cebollita cambray con relación al testigo en las variables de peso seco y altura de planta. Entre las dosis de lombricomposta, la dosis de 3 t ha<sup>-1</sup> se observó un mayor crecimiento en peso seco, altura de planta y ancho de bulbo. Mientras que la dosis de 1.5 t ha<sup>-1</sup> obtuvo una mejor eficiencia en el uso del nitrógeno. La mejor fecha de aplicación de la lombricomposta fue al momento del trasplante, ya que se promovió un mayor crecimiento en peso seco, altura de planta, ancho de bulbo y una mejor eficiencia en el uso del nitrógeno. La mejor combinación en cuanto a producción de cebollitas cambray fue de 3 t ha<sup>-1</sup> aplicando la lombricomposta el día del trasplante. La mejor combinación en cuanto a eficiencia en el uso del nitrógeno por el cultivo cebollitas cambray fue la de 1.5 t ha<sup>-1</sup> aplicando la lombricomposta el día del trasplante. La calidad y la relación beneficio-costo fueron iguales entre los tratamientos evaluados.

**Palabras clave:** Hortaliza, Agricultura orgánica, Composta, Abonos, Nutrición.

### SUMMARY

The present experiment was carried out with the purpose to contribute in the sustainable production of onion (*Allium cepa*) type "cambray" produced in central area of San Luis Potosí state of Mexico. This work evaluated two vermicompost doses (1.5 and 3 t ha<sup>-1</sup>, equivalent to 60 and 120 kg N, respectively) in three application moments (84, 52 and 0 days before transplanting). The combination of these factors originated six treatments, and one chemical fertilizer was evaluated as control. The results show that lombricompost increased the onion growth compared with conventional fertilization in dry weight and plant height. In vermicompost treatments, 3 t ha<sup>-1</sup> increased dry weight, plant height and bulb width. The 1.5 t ha<sup>-1</sup> rate increased nitrogen efficient use. The best application moment was at the transplanting, which increased dry weight, height, bulb width and nitrogen efficient use. The best combination in onion production was 3 t ha<sup>-1</sup> applied in transplanting day. The best combination in nitrogen efficient use was 1.5 t ha<sup>-1</sup> applied in transplanting day. The quality and beneficial-cost ratio was the same in all evaluated treatments.

**Key words:** Horticulture, Organic agriculture, Compost, Manure, Nutrition.

## INTRODUCCIÓN

El 75 por ciento de la demanda de fertilizantes inorgánicos sintéticos en México se cubre con importaciones principalmente de China, Ucrania, Canadá y Estados Unidos. Este escenario ha provocado la desintegración de la industria de fertilizantes en México con las respectivas consecuencias para los productores. El incremento en el año 2008 fue de hasta un 300 por ciento en el uso de fertilizantes. Aún así se tuvo un consumo de fertilizantes de más de 5 millones de toneladas en el año 2008 (de Santiago, 2009). Ante tal panorama resulta imperativa la búsqueda de alternativas tecnológicas que hagan del campo mexicano menos dependiente del exterior y que permitan reducir costos de producción por este insumo. El uso de fertilizantes naturales orgánicos ha comprobado ser una de las opciones más factibles en México y en el mundo para suplir el uso de los fertilizantes. Los abonos orgánicos son una fuente rica en nutrientes vegetales, que se pueden obtener, en algunos casos en la misma unidad de producción o conseguirse precios muy accesibles para el productor cuando se encuentran dentro de la zona de producción. También aportan al suelo y a los cultivos otros beneficios que los fertilizantes sintéticos no poseen como la incorporación de sustancias húmicas que mejoran la estructura del suelo, incrementos en la actividad biológica, mayor retención de agua y mejor aeración, entre otras contribuciones (Schauenburg, 2006).

Existe una amplia variedad de materiales que se usan como fertilizantes naturales orgánicos. En los últimos años el uso de lombricomposta ha ganado adeptos entre los productores agrícolas en México por la calidad de la composta que resulta en su proceso. Se tienen estudios del uso de lombricomposta en los principales cultivos hortícolas como el tomate y chile (Rodríguez y Cano, 2007). Sin embargo, existe escasa información en cuanto su aplicación en cultivos de menor trascendencia como la cebollita cambray (*Allium cepa*), la cual se produce en la zona centro del estado de San Luis Potosí en aproximadamente 24.8 hectáreas (INEGI, 2005). En esta zona se producen otros cultivos hortícolas como lechugas, cilantro, rábano, espinacas, etc.,

los cuales en conjunto superan las 500 ha de riego. Se acostumbra entre los productores la aplicación de estiércoles en dosis muy variadas sin previo análisis de los abonos y suelo; la mayoría de las veces sin procesos de compostaje. Ello significa un mal uso del recurso como fuente de nutrientes y un riesgo a la salud para quienes manipulan y consumen dichos productos. Ante esta situación se considera que la lombricomposta es una opción importante para la producción de este tipo de hortaliza ya que además de las ventajas mencionadas, su uso forma parte de las buenas prácticas agrícolas enmarcada en la Norma Oficial Mexicana NOM-EM-034-FITO-2000 (DOF, 2000).

Por lo anterior, y con la intención de obtener información aplicada que con lleve a fomentar el buen uso de la lombricomposta en los cultivos que se producen en la zona centro de San Luis Potosí, México, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar el efecto de dos dosis y tres momentos de aplicación de lombricomposta en la producción del cultivo de cebollita cambray (*Allium cepa*), var. grano blanco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P. ubicada en el ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, SLP. Los tratamientos de lombricomposta se definieron en base al contenido de N que se pretendió aplicar al cultivo, en este caso 60 kg de N ha<sup>-1</sup>. En base al contenido de N en la lombricomposta, que es del 4 por ciento (Cuadro 1), se calculó una dosis de 1.5 ton ha<sup>-1</sup>. Con la intención de contrastar esta dosis se aplicó otro tratamiento donde se duplicaron las cantidades anteriores. Se evaluaron tres momentos de aplicación de la lombricomposta: 84, 52 y 0 días antes del trasplante de las cebollitas. La combinación de dosis y fechas de aplicación de las mismas, junto con el testigo, arrojaron los siguientes tratamientos: 1. Fertilización química sintética: se aplicó la fórmula 60-40-00, las fuentes fueron urea y triple 16 aplicadas el día del trasplante; 2. Lombricomposta 1.5 t ha<sup>-1</sup>, se aplicó 84 días antes del trasplante; 3. Lombricomposta 3 t ha<sup>-1</sup>, se aplicó 84 días antes del trasplante; 4.

Lombricomposta 1.5 t ha<sup>-1</sup>, se aplicó 52 días antes del trasplante; 5. Lombricomposta 3 t ha<sup>-1</sup>, se aplicó 52 días antes del trasplante; 6. Lombricomposta 1.5 t ha<sup>-1</sup>, se aplicó el día del trasplante; 7. Lombricomposta 3.0 t ha<sup>-1</sup>, se aplicó el día del trasplante.

El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones quedando un total de 21 parcelas experimentales. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 2 surcos de doble hilera, de 5 m<sup>2</sup> cada uno, lo que da un total de 21 unidades experimentales. La parcela útil la constituyó el surco central, dejando 1,50 m en ambos extremos. La superficie total fue de 150 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 1. Características físico-químicas de la lombricomposta utilizada en el estudio.**

Determinaciones	Resultados
Humedad	17.5%
pH	8.4%
Materia orgánica	41.5%
Carbono orgánico	24.1%
Ácido húmico	5.3%
Ácido fúlvico	4.3%
Carbono /Nitrógeno	5.8%
Fósforo Total	0.8% de P
Nitrógeno amoniacal	0.3%
Nitrógeno total	4.0%
Fósforo asimilable	247.5 ppm de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Potasio Total	1.1 % de K
Calcio	58.0 %
Magnesio	40.4%
Bacterias	341.9 x 10 <sup>5</sup>
Hongos	34.7 x 10 <sup>4</sup>
Actinomicetos	30.0 x 10 <sup>5</sup>
Total de microorganismos	375.0 x 10 <sup>5</sup>

Fuente: Empresa Lombricultura Mexicana S.A. de C.V.

La variedad utilizada tiene las siguientes características: adaptación a días cortos, adaptación a diversos climas y tipos de suelos, tolerancia a la transportación, excelente apariencia en mercado fresco, tamaño mediano-grande, resistente a la floración prematura y a raíz rosada. La lombricomposta fue de origen comercial, se obtuvo del proceso de digestión y degradación orgánica de estiércol de ovino, por la lombriz roja (*Eisenia foetida*). Se aplicó sobre los surcos, usando un azadón en las fechas correspondientes

a los tratamientos. Los riegos se realizaron de acuerdo a la humedad obtenida en el suelo mediante riego rodado.

Las variables evaluadas fueron: 1. Altura de planta (cm); 2. Peso seco (g), por separado bulbo y parte aérea; 3. Ancho de bulbo (cm) usando vernier; 4. Número de hojas completamente desarrolladas, al momento de la cosecha; 5. Categorización, al momento de la cosecha se seleccionaron en tres categorías, la categoría 1 con cebollitas que median en bulbo > 4 cm, categoría 2 entre 4 – 2 cm y categoría 3 < 2 cm; 6. Eficiencia de uso de nitrógeno, se calculó con base en kg de biomasa producida kg<sup>-1</sup> de nitrógeno aplicado en la planta; 7. Relación beneficio/costo. Se realizó haciendo un análisis de gasto de fertilizante + gasto de materia prima que fue la inversión y se hizo una división que fue en base a la categorización e inversión total. Las variables de la 1 a la 4 se evaluaron en 10 plantas al azar por unidad experimental (UE), 5 de cada surco.

Se realizó análisis de varianza para todas las variables de estudio. Cuando se encontró diferencia significativa (P ≤ 0.05), se realizó prueba de comparación de medias por la prueba de Tukey. Se realizaron 4 contrastes ortogonales en las variables que resultaron significativas en el ANOVA: C<sub>1</sub> = T2+ T4 + T6 vs T3 + T5 + T7 ; C<sub>2</sub> = T2 + T3 vs T4 + T5 ; C<sub>3</sub> = T2 + T3 vs T6 + T7 ; C<sub>4</sub> = T4 + T5 vs T6 + T7. En C<sub>1</sub> se comparan dosis, mientras que en C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> se comparan fechas de aplicación de la lombricomposta (Cuadro 2). El software que se utilizó fue el de Diseños experimentales FAUANL (Olivares, 1996).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En altura de planta se aprecia en el Cuadro 3 que los tratamientos 6 y 7 obtuvieron de manera significativa la mayor altura de planta con 27.4 y 27.2 cm respectivamente. Los tratamientos 5 y 7 coinciden con dosis altas de composta que fue de 3.0 t ha<sup>-1</sup>, y el tratamiento 6 presenta una dosis de 1.5 t ha<sup>-1</sup> el cual coincide con el tratamiento 7 en fecha de aplicación. Los contrastes ortogonales 3 y 4 muestran diferencias significativas (Cuadro 4).

**Cuadro 2. Tabla de coeficientes de los contrastes ortogonales para las variables que resultaron significativas.**

Tratamientos	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	0	-1	1	-1	1	-1	1
C <sub>2</sub>	0	-1	-1	1	1	0	0
C <sub>3</sub>	0	-1	-1	0	0	1	1
C <sub>4</sub>	0	0	0	-1	-1	1	1

**Cuadro 3. Prueba de medias de las variables en estudio al momento de la cosecha.**

TR	PS (g)	AP(cm)	NH	AB(cm)
1	6.6 ± 1.13 b	22.0 ± 3.29 bc	5.5 ns	2.67 ± 1.6 a
2	6.1 ± 0.74 b	19.6 ± 1.28 cd	5.1 ns	1.42 ± 0.90 c
3	9.1 ± 2.26 a	18.3 ± 1.28 d	5.4 ns	1.89 ± 1.2 bc
4	4.2 ± 0.11 c	16.2 ± 0.71 d	5.4 ns	1.93 ± 0.70 bc
5	2.9 ± 0.51 c	24.8 ± 1.34 ab	5.2 ns	1.94 ± 1.4 bc
6	6.4 ± 0.60 b	27.4 ± 1.04 a	5.7 ns	2.57 ± 3.6 a
7	8.4 ± 0.45 a	27.2 ± 1.08 a	5.7 ns	2.36 ± 1.2 ab
CV	9.65%	5.53%	5.55%	9.24%

Las letras diferentes en columnas indican diferencias estadísticas significativas (p≤0.05). TR = tratamiento, PS= peso seco, AP= altura de planta, NH= número de hojas AB =ancho de bulbo.

**Cuadro 4. Contrastes ortogonales de los parámetros en crecimiento.**

Contraste	Peso Seco	Altura de planta	Ancho de bulbo	EUN
C <sub>1</sub>	**	Ns	ns	**
C <sub>2</sub>	**	Ns	ns	**
C <sub>3</sub>	Ns	**	ns	ns
C <sub>4</sub>	**	*	ns	**

\* Significativo, \*\* altamente significativo, ns = no significativo.

Entre dosis no se encontraron diferencias significativas y la fecha de aplicación que provocó la mayor altura fue la del 8 de marzo del 2008 (Cuadro 5). En cuanto al peso seco de planta (bulbo y parte aérea) se observa en el Cuadro 3 que los tratamientos 3 y 7 obtuvieron de manera significativa el mayor peso seco por planta obteniendo 9.1 y 8.4 g respectivamente. Entre

ambos tratamientos coincide la dosis alta de composta que fue de 3 ha<sup>-1</sup>. Los contrastes ortogonales muestran diferencias significativas en los contrastes 1, 2 y 4 (Cuadro 4). La dosis de 3 t ha<sup>-1</sup> y la aplicación en la fecha de trasplante del 8 de marzo y la fecha de 84 días antes del trasplante produjeron un mayor peso seco planta de cebollita cambray Cuadro 5.

**Cuadro 5. Comparación de medias de los contrastes ortogonales.**

Contrastes		PS	AP	AB	EUN
C <sub>1</sub>	1.5 t ha <sup>-1</sup>	5.56 b	21.02 a	19.72 a	41.79 a
	3.0 t ha <sup>-1</sup>	6.81 a	23.42 a	20.62 a	26.65 b
C <sub>2</sub>	84 DAT	7.633 a	18.94 a	16.53 a	37.63 a
	52 DAT	3.53 b	20.47 a	19.35 a	23.58 b
C <sub>3</sub>	82 DAT	7.633 a	18.94 b	16.53 a	37.63 a
	0 DAT	7.4 a	27.26 a	24.63 a	41.47 a
C <sub>4</sub>	52 DAT	3.53 b	20.47 b	19.35 a	23.58 b
	0 DAT	7.4 a	27.26 a	24.63 a	41.47 a

DAT= Días antes del trasplante.

En ancho de los bulbos sobresalieron los tratamientos 1, 6 y 7, los cuales obtuvieron de manera significativa 2.67, 2.57 y 2.36 cm respectivamente (Cuadro 3). El tratamiento 1 se refiere al tratamiento testigo que fue el de fertilizante químico, mientras los tratamientos 6 y 7 coinciden en la fecha de aplicación que es el día del trasplante. En los contrastes ortogonales no se encontró diferencia significativa. En el Cuadro 3 se aprecia que los tratamientos no resultaron ser diferentes entre sí en cuanto a número de hojas por planta. Las medias que sobresalen son del tratamiento 6 y 7 con un promedio de 5.7 hojas por planta, respectivamente.

Considerando los resultados anteriores, se tiene que el tratamiento que presentó los más altos valores en este estudio fue el tratamiento 6 en altura de planta y ancho de bulbo. A este tratamiento le sigue con valores muy similares el tratamiento 7 en altura de planta, peso seco y ancho de bulbo. En cuanto al tratamiento 1 (testigo) solamente presentó diferencia significativa en ancho de bulbo.

Resulta positivo el hecho de haber encontrado que en los tratamientos donde se aplicó lombricomposta, como fuente de nutrimento, el crecimiento y la producción de cebollitas es similar a los casos en que se aplica fertilizantes químicos. Lo anterior demuestra que la lombricomposta logró abastecer las necesidades de nutrimentos a las plantas de cebollitas, y refuerza lo manifestado por otros autores. García (2006) menciona que los abonos orgánicos pueden sustituir la utilización de fertilizantes químicos, estrategia que puede adaptarse a situaciones en que existe algún tipo de limitaciones para el empleo de síntesis química. Labrador (1996) señala que dos de los elementos más importantes contenidos en la fracción orgánica en el suelo son el nitrógeno y fósforo, y que la aplicación de composta lleva a un balance de estos elementos en el suelo, puesto que la compensación de la pérdida de estos elementos se logra con la aplicación de la misma. Sin embargo, Rodríguez y Cano (2007) encontraron que en la producción de tomate en invernadero utilizando como sustrato arena + fertilizantes superaron la producción con un 20 por ciento a la mezcla de sustratos que contenían

vermicomposta. En cuanto a peso, tamaño de fruto, peso seco, índice de cosecha y contenido de nitrógeno y fósforo en hojas, el tratamiento de arena + vermicomposta (50:50% v:v) igualaron al tratamiento testigo. Los efectos de la composta en la biomasa son variables ya que mientras algunos autores reportan aumentos (Ozores, 1994), otros señalan que no hay efecto (Hartz, 1996), al respecto, Rodríguez y Cano (2007) señalan que los efectos dependen del material del que se obtiene la composta.

Dentro de los beneficios que se pueden obtener de la aplicación de lombricompostas se encuentra la liberación de CO<sub>2</sub> por los microorganismos del suelo. El CO<sub>2</sub> combinado con agua forma ácido carbónico que puede hacer soluble a sales de calcio precipitadas en suelo. También se mejora el estado de oxidación y reducción de los elementos esenciales haciendo estos más aprovechables para la planta. La utilización de lombricomposta mejora el suelo por su gran aportación de materia orgánica, con ayuda de los microorganismos que colonizan las raíces para defenderla de patógenos, a la vez que ayudan a una mejor adaptación de las plantas y da como resultado una mejor nutrición. Ramírez *et al.* (1998) reportan que la aplicación combinada del método de control químico (Vinclozolin y Clorotalonil) con el método cultural (humus líquido y humus de lombrices) fue lo más efectivo para el control de *Sclerotium rolfsii* Sacc. en el cultivo del tomate. Por su parte, Bell *et al.* (2003) mencionan que el abono organo-mineral TerraPyÒ Ag aumenta el rendimiento del cultivo de tomate en invernadero al estimular la actividad microbiana del suelo y promover el crecimiento de organismos beneficiosos para la planta.

El efecto mostrado en las tres fechas de aplicación de la lombricomposta, donde sobresale la aplicación al momento del trasplante de las cebollitas, hace suponer un elevado nivel de madurez de este abono, donde los nutrientes se encontraban mineralizados y altamente disponible por la plantas de cebollita. Al respecto, García (2006), señala que la composta es un producto con alto contenido de nutrientes, el cuál dependerá del tipo de material y su disponibilidad del grado de madurez. Los abonos orgánicos presentan una variada mineralización de nitrógeno

que varía con su concentración en el abono y su grado de estabilidad, grado de composteo o edad del material (Chaney, 1992). Las aplicaciones a los 84 y 52 días antes del trasplante indican una posible pérdida de algunos elementos esenciales para las plantas. Existen investigaciones que señalan que algunos productos simples que resultan de la descomposición de la materia orgánica se pierden si no son usados por las plantas superiores o por los microorganismos. En lo general, entre el 50 y el 80 por ciento del nitrógeno aplicado es aprovechado por el cultivo, con lo que implica que entre 20 y 50 por ciento del nitrógeno se pierde con un causante perjuicio económico y ambiental. En el caso del nitrógeno se puede volatilizar en forma de  $NH_3$ , lixiviarse en forma de  $NO_3$  y fijarse en forma de  $NH_4$  (Pérez, 1997). La disponibilidad de N aplicada al suelo disminuye con el transcurso del tiempo, pero se incrementa la necesidad del cultivo, por lo tanto la fertilización aplicada en el momento correcto maximiza el efecto del N y minimiza una posible contaminación del ambiente. Según Castellanos *et al.* (2004), de un sustrato orgánico se lixivia el 40

por ciento de N durante el ciclo del cultivo, ocasionando un desbalance nutricional y un abastecimiento de la producción. Además, después de dos meses de trasplante, la planta desarrollada con un sustrato de vermicomposta no requiere fertilizante por que el sustrato resulta deficiente en nutrimentos lixiviados o absorbidos por la planta.

### Categorización

En todos los tratamientos en estudio no hubo ninguna diferencia significativa, pero se presentaron medias que sobresalen para cada categoría. Para todos los tratamientos la calidad fue igual. En el Cuadro 6 se aprecia que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Las medias que sobresalen para categoría 1 son Tratamiento 6 y 3 con 33.8 y 30.5 respectivamente. Para categoría 2 son tratamiento 7 y 1 con 47.6 y 42.6 respectivamente, y para categoría 3 son tratamiento 5 y 2 con 41 y 38.2 respectivamente. La calidad en las tres categorías fue igual.

**Cuadro 6. Prueba de medias en estudio al momento de la cosecha relación beneficio – costo y categorización.**

Tratamiento	Relación B/C	Categorización		
		>4	2-4	<2
1	5.15 ± 0.16 ns	22.4 ns	42.7 ns	34.9 ns
2	5.58 ± 0.2 ns	22.0 ns	38.6 ns	38.2 ns
3	5.62 ± 1.97 ns	30.5 ns	40.06 ns	29.4 ns
4	5.70 ± 0.2 ns	24.6 ns	43.3 ns	32 ns
5	4.00 ± 0.34 ns	28.6 ns	30.5 ns	41 ns
6	5.91 ± 0.14 ns	33.8 ns	38.2 ns	28 ns
7	5.99 ± 0.1 ns	25.8 ns	47.6 ns	26.4 ns
CV	15.54%	36.63%	34.12 %	29.73%

Las letras ns indican que no hubo diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

### Relación Beneficio-Costo

Ninguno de los tratamientos en estudio presentó una diferencia significativa, pero sobresalen medias que fueron obtenidas en los tratamientos de lombricomposta aplicados el día 8 de marzo, día del trasplante. En el Cuadro 6 se aprecia que de todos los tratamientos en estudio ninguno se observó diferencia significativa. Las medias que sobresalen son para el tratamiento 7 y 6 con 5.99 y 5.91 respectivamente.

En cuanto a los parámetros de calidad y económico, resulta positivo que los tratamientos con lombricomposta hayan sido estadísticamente iguales que el tratamiento con fertilizantes sintéticos, debido a que la hortalizas, en lo general, deben ofrecer ambas partes a los productores ya que los mercados son altamente competitivos. Lo anterior causa confianza en los productores que en ocasiones se resisten al cambio de algún componente tecnológico tan importante como la fertilización, además se puede

obtener la ventaja de que las cebollitas puedan obtener un valor agregado al venderse como producto libre de agroquímicos. Cabe mencionar que en este estudio se utilizó lombricomposta comercial cuyo costo puede ser significativamente reducido si es elaborada por los mismos productores, o bien, por grupos de ellos. Si se toma en cuenta el conjunto (valor agregado y lombricomposta propia), la relación beneficio-costo puede ser incrementada a favor del abonado orgánico.

### Eficiencia en el Uso del Nitrógeno

En Cuadro 7 se aprecia que hubo diferencias significativas entre tratamientos. Las medias que sobresalen son de los tratamientos 6 y 2 con 50.36 y 45.15 respectivamente. En los contrastes ortogonales se presentaron diferencias significativas en C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>4</sub> (Cuadros 4 y 5). Se aprecia que las dosis más sobresaliente fue la de 1.5 ton ha<sup>-1</sup>. En cuanto a las fechas de trasplante, se tiene que la mejor es en el mes de marzo, a pesar de ser estadísticamente igual al mes de diciembre debido a que logró una media más alta.

**Cuadro 7. Comparación de medias entre tratamientos de la eficiencia del uso del nitrógeno.**

Tratamiento	Eficiencia del uso del nitrógeno
1	35.7 b
2	45.15 ab
3	31.10 bc
4	30.8 bc
5	16.29 d
6	50.36 a
7	29.99 c

Las letras diferentes en columnas indican diferencias significativas (Tukey p≤0.05).

En cuanto a la eficiencia en el uso del nitrógeno, la dosis de 1.5 t ha<sup>-1</sup> fue la más sobresaliente, ello indica que la dosis de 3 ton ha<sup>-1</sup> y las dosis aún mayores que aplican los productores, dejan residuos de nitrógeno en el suelo que no aprovecha el cultivo. Esta deficiencia puede ser reducida si se conduce hacia un sistema de manejo holístico de los agroecosistemas y por más de un cultivo. Boaretto

(2007), señala que la eficiencia del uso del N, medida como la ganancia en rendimiento económico por unidad de nutriente aplicado, debe buscarse en los cultivos de alta productividad a través del uso de las buenas prácticas de manejo. Este mismo autor menciona las siguientes estrategias para hacer más eficiente el uso del nitrógeno en la agricultura: bajar dosis en mediana aplicación, uso de inhibidores de la actividad ureásica o nitrificación, fertilizante de liberación lenta, uso de fuentes alternativas, mejoramiento genético, riego eficiente, rotación de cultivo con diferentes profundidad radicular y profundidad de enraizamiento. Se considera que algunos de ellos podrían ser adoptados por los productores de la zona centro del estado donde se produce la cebollita cambray.

### CONCLUSIONES

Los tratamientos de lombricomposta promovieron un mayor crecimiento de las plantas de cebollita cambray en relación al tratamiento con fertilización sintética en las variables de peso seco y altura de planta. En el resto de las variables de crecimiento y calidad fueron similares. Entre las dosis de lombricomposta, la mejor combinación en cuanto a producción de cebollitas cambray es la de 3 t ha<sup>-1</sup> aplicando la lombricomposta el día del trasplante. La mejor combinación en cuanto a eficiencia en el uso del nitrógeno de cebollitas cambray es la de 1.5 t ha<sup>-1</sup> aplicando la lombricomposta el día del trasplante. La calidad y la relación beneficio-costo fueron iguales entre los tratamientos evaluados.

### LITERATURA CITADA

- Bell D., M. Galeano y S. Verdejo. 2003. Evaluación del promotor del crecimiento vegetal TerraPy Ag en un invernadero de tomate infestado por *Meloidogyne javanica*. Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal, N° 154: 32-36.
- Boaretto, J. 2007. Eficiencia del uso del nitrógeno. Manual de uso de fertilizantes. Ed. Informes agronómicos. 3p. Disponible en [www.ipni.net/.../Uso+Eficiente+del+Nitrógeno+de+Ios+Fertilizantes+Convencionales.pdf](http://www.ipni.net/.../Uso+Eficiente+del+Nitrógeno+de+Ios+Fertilizantes+Convencionales.pdf)
- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle Bueno y A. Aguilar Santelises. 2000. Manual de Interpretación de



- Análisis de Suelos y Aguas. 2da Edición. Instituto de capacitación para la productividad agrícola. INCAPA. Estado de México, México. 226 p.
- Chaney, D. 1992. Organic soil amendments and fertilizers. University of California, division of agriculture and natural resources, publication 21505. California. pp.35-38.
- De Santiago. 2009. Si importas. In: Productores de hortalizas. Año 18, No. 4. Abril. 2009. Ed. Meister media. Disponible en [www.fertilizers.org](http://www.fertilizers.org), [www.hortalizas.com/viewpoints/expressionwall](http://www.hortalizas.com/viewpoints/expressionwall).
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Norma Oficial Mexicana (con carácter de emergencia) NOM-EM-034FITO-2000. Requisitos y especificaciones para la aplicación y certificación de buenas prácticas agrícolas en los procesos de frutas y hortalizas frescas. Disponible en: <http://faloex.fao.org/docs/texts/mex27954.doc>.
- García, R. 2006. La lombriz de tierra como biotecnología en agricultura. Publicaciones Universidad Autónoma de Chapingo, México. pp. 123-125.
- Hartz, T. K., F. J. Costa and W. L. Schrader. 1996. Suitability of Composted Green Waste for Horticultural Uses. Hort Science 31(6): 961-964.
- INEGI. 2005. Análisis anual estadístico del estado de San Luis Potosí. México. pp. 39-43.
- Labrador, M. 1996. La materia orgánica en los agroecosistemas. Ed. Mundi prensa. Madrid, España. pp. 19-26.
- Olivares S. E. 1996. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N.L., México.
- Ozores, H. 1994. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Mundi Prensa. México. pp.54- 61.
- Pérez, J. 1997. Manual de buenas prácticas agrícolas: guía para el agricultor, buenas prácticas agrícolas para frutas y hortalizas frescas. Ed. Trillas. México. pp. 12-16.
- Ramírez, R., R. Santos, F. Bracho, L. Sandoval, C. Castro Rincón. (1998). Control de *Sclerotium rolfsii* Sacc con fungicidas y humus. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 15:534-544.
- Rodríguez D., N. y E. Cano R. 2007. Como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura. Volumen X. Número 8. pp. 11-13.
- Schauenburg. I. 2006. Humus, its structure and role in agriculture and environment Symposium humus et plant. Editorial Media. California. pp. 8- 10.