

Interacción genotipo x ambiente y análisis de la estabilidad del rendimiento en ensayos con tomate en condiciones de sequía

Genotype-environment interaction and analysis of yield stability in trial with tomato crop in drought condition

Tony Boicet Fabre¹, Yarisbel Gómez Masjuan¹, Bernardo Murillo Amador², Juan. Larrinaga-Mayoral², Ana D. Boudet Antomarchi¹, Norge Tornes Oliveras¹, Yanitza Meriño Hernández¹, Juan José Reyes Pérez¹ y Carlos Michel Ojeda¹

1. Delegación Municipal de la Agricultura. Calle Calixto No. 66 / Calle 11 y Pacho Rosa, Campechuela, Granma, Cuba. CP: 87 600.

2. Empresa Agropecuaria. Calle B No. 1, Campechuela, Granma, Cuba. CP: 87 600.

3. Joven Club. Calle Martí. No. 55. / Calle Peralejo y Coliseo., Campechuela, Granma, Cuba. CP: 87 600.

Teléfono 58 -7269 y 58 -7594.

E-mail: luis.nunez@grm.jovenclub.cu; ysabel2010@grannet.grm.sld.cu

RESUMEN. El presente trabajo fue desarrollado en la UBPC “El Litoral”, perteneciente a la Empresa Cultivos Varios del municipio Campechuela, provincia Granma, en los meses comprendidos de noviembre a marzo del año 2010 - 2011 en un suelo fersialítico pardo rojizo, de acuerdo con la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba MINAGRI, (2000), con el objetivo de estudiar y evaluar la influencia de diferentes fertilizantes orgánicos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de cebolla variedad Texas Early Grano, se trabajó sobre un diseño experimental de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 réplicas, siendo los tratamientos: tratamiento 1 (humus de lombriz), tratamiento 2 (estiércol vacuno), tratamiento 3 (cachaza) y tratamiento 4 (control), los que fueron aplicados de forma sólida. Las variables evaluadas del crecimiento fueron números de hojas, altura de la planta, diámetro ecuatorial, diámetro polar y peso fresco del bulbo. También se evaluó el rendimiento en t.ha⁻¹ por tratamiento. Con la aplicación de abonos orgánico se logran rendimientos altos entre 27 y 30 t.ha⁻¹ que es una alternativa para la producción sostenible de este rubro de alta demanda por la población.

Palabras clave: *Allium cepa* L., estiércol, humus de lombriz, fertilizantes orgánicos, rendimientos.

ABSTRACT. The present work was developed in the UBPC “The Coast”, belonging to the Miscellaneous Crops Enterprise of Campechuela municipality, Granma province, during the period from November to March of the year 2010 – 2011. It was carried out in a reddish brown fersialitic soil, according with the new genetic classification of the soils of Cuba MINAGRI, (2000), with the objective of studying and evaluating the influence of different organic fertilizers in the growth, development and yield in the cultivation of onion, variety Texas Early Grain. For this reason it was necessary to work on blocks with 4 treatments and 4 replies. The treatments applied were: treatment 1 (vermicompost), treatment 2 (cow dung), treatment 3 (cachaça) and treatment 4 (control), those were applied in a solid way. The growth variables that were evaluated were number of leaves, height of the plant, equatorial diameter, polar diameter and fresh weight of the bulb. The yield was also evaluated in t.ha⁻¹ per treatment. High yields are achieved with the application of organic fertilizer, among 27 and 30 t.ha⁻¹ this is an alternative for the sustainable production of this product which is highly demanded by the population.

La gran importancia de la cebolla se debe a sus propiedades nutritivas y gustativas, ya que contribuye al mejoramiento del sabor de las comidas, acelera la secreción de las glándulas del sistema digestivo y sobre todo facilita la secreción del ácido clorhídrico, además de ayudar a la más completa digestión y absorción de los alimentos digeridos de acuerdo con Huerres y Caraballo (1988). Las principales variedades que se siembran actualmente en la producción según el Ministerio de la Agricultura de Granma (2000) son: Red Creole, Granex Híbrida,

Texas Early Grano, H7, H9, Siván, Grano 2000, Caribe, Rojo Síndica, H60, H-222, Ben Shemen, White Majestic, White Granex F1, Early Red y Eytan, entre otras, las que pueden sembrarse desde el primero de agosto hasta el 30 de marzo a través de bulbillos, trasplante y siembra directa.

La fertilización orgánica y la biofertilización representan una alternativa tecnológica viable, sostenible y económica para mejorar las condiciones nutricionales de los cultivos con potencial para

INTRODUCCIÓN

Key words:

condiciones adversas de producción y sin daños al agroecosistema (Bethlenfalvay, G. *et al.*, 1992). La introducción de fertilizantes orgánicos y biológicos a partir de materia orgánica, humus de lombriz y compost, resulta de gran importancia en los momentos actuales en que se dan los pasos para cambiar la llamada “Agricultura Convencional o

Moderna” en una agricultura más amigable con el ambiente.

El trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia de diferentes fertilizantes orgánicos en los componentes del rendimiento del cultivo de cebolla cultivar Texas Early Grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la UBPC El Litoral perteneciente a la Empresa Cultivos Varios del municipio de Campechuela provincia de Granma, en la fecha comprendida entre el 20 de noviembre de 2010 al 20 de marzo de 2011 en cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*), cultivar Texas Early Grano sobre un suelo fersialítico pardo rojizo del grupo I con categoría agroproductiva I, según la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba (MINAGRI, 2000).

La preparación del suelo se realizó convenientemente para este tipo de cultivo, la plantación fue en parcelas de 1,20 m de ancho y 10,0 m de largo. Las posturas para el trasplante se obtuvieron de un semillero con todas las condiciones y requisitos siguiendo la tecnología establecida por el instructivo técnico, el trasplante se realizó sobre el tipo de suelo ante mencionado en 4 hileras sobre canteros con una distancia entre planta de 10 cm y entre hileras de 15 cm a todo lo largo de las parcelas. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas y cuatro tratamientos, los que fueron:

T1- aplicación de humus de lombriz.

T2-aplicación de estiércol vacuno.

T3-aplicación de cachaza.

T4-control.

El humus de lombriz se aplicó de forma sólida a razón de 1,0 kg/m².

El estiércol vacuno se aplicó mezclado con el sustrato distribuyéndolo en forma localizada en las parcelas a razón de 10 kg/m².

La cachaza se aplicó mezclada con el sustrato distribuyéndola en forma localizada en las parcelas a razón de 10 kg/m².

Todas las dosis empleadas fueron de acuerdo al Instructivo Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos, 2007.

A una muestra representativa de los abonos orgánicos utilizados en el experimento se le realizó un previo análisis en el laboratorio provincial de suelo que arrojó los datos siguientes. (Tabla 1)

Tabla 1. Caracterización de los abonos orgánicos utilizados

Tipo de material	pH	M.O(%)	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	Cl(%)	C(%)	C:N
Cachaza	7,80	41,20	1,60	1,10	0,50	0,10	23,80	14,80
Estiércol	7,90	48,10	1,80	0,70	1,70	0,50	27,90	15,50
Humus	6,80	56,52	2,23	1,70	1,80			

Los indicadores evaluados fueron medidos en 20 plantas por tratamiento previamente marcadas, cada 20 días.

-Número de hojas: A cada planta se le contaron las hojas.

-Altura de las plantas: A cada planta se le midió la altura desde la base a la parte más alta.

-Diámetro polar (cm) de 50 bulbos en el momento de la cosecha a los 120 días después del trasplante.

-Diámetro ecuatorial (cm): A 50 bulbos se le midió

su ancho o diámetro ecuatorial.

-Masa de los bulbos (g): 50 bulbos fueron pesados por tratamiento.

-Rendimiento por hectáreas.

Los datos experimentales se procesaron a través del programa MEXICANO, realizando los análisis de varianza correspondientes y en caso de presentarse diferencias significativas se empleó la comparación múltiple de medias a través de la dócima de Tukey.

El análisis económico se realizó sobre la base de la producción obtenida en t.ha⁻¹ para cada uno de los tratamientos utilizados, y se evaluaron los indicadores económicos siguientes:

$$Vp = RVt$$

Donde: Vp: Valor de la producción (\$·ha⁻¹)

R: Rendimiento agrícola (t.ha⁻¹)

Vt: Valor o precio del producto.

$$B = Vp - Cp$$

Donde: B: Beneficio neto o ganancia. (\$·ha⁻¹)

Vp: Valor de la producción (\$·ha⁻¹)

Cp: Costo de producción (\$)

$$CP = \frac{Cp}{Vp}$$

Donde: C/P: costo por pesos (\$)

Cp: costo de producción (\$)

Vp: valor de la producción (\$·ha⁻¹)

$$BC = \frac{B}{Cp}$$

Donde: B/C: Relación beneficio-costo (\$)

B: Beneficio neto o ganancia (\$·ha⁻¹)

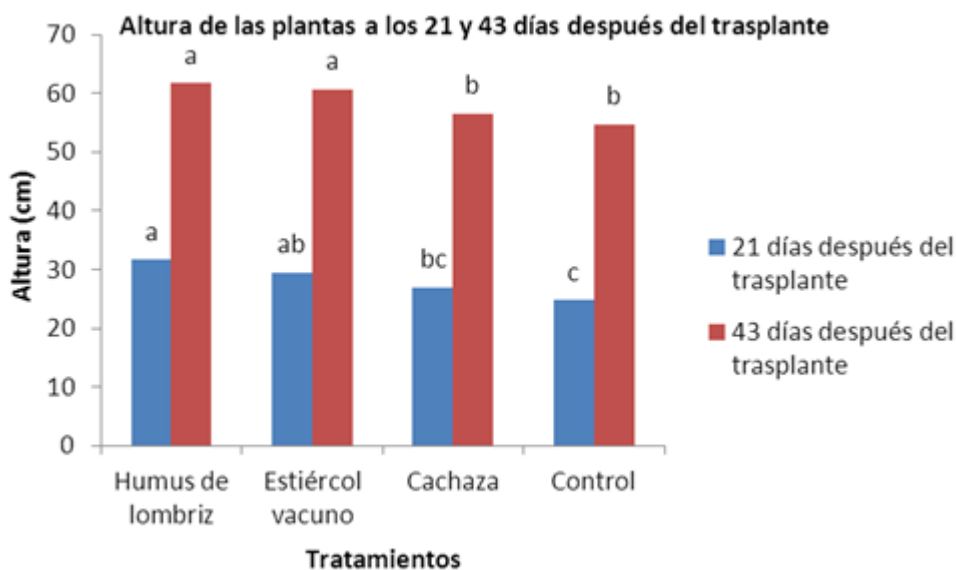
Cp: costo de producción (\$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales resultados del estudio realizado sobre la evaluación de los diferentes fertilizantes orgánicos en cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) cultivar Texas Early Grano, son expuestos en forma de tablas y gráficos. La variable altura de la planta (figura 1), en la primera evaluación a los 21 días después del trasplante, no mostró diferencias significativas en el tratamiento con humus de lombriz y donde se aplicó estiércol vacuno con valores de 31,63 y 29,37 cm, respectivamente. Entre el tratamiento con estiércol vacuno y la cachaza no hubo significación, este último no tuvo diferencias significativas con el control que alcanzó altura promedio de 24,73 cm.

En la segunda evaluación los resultados obtenidos en los tratamientos con humus de lombriz y estiércol

vacuno no mostraron diferencias significativas, obteniendo valores de 61,70 y 60,60 cm, estos a su vez difieren significativamente con el tratamiento con cachaza y control. Entre estos dos últimos no hubo diferencias significativas. El control fue el de menor valor con 54,70 cm. En las mediciones efectuadas existió un comportamiento variable en cuanto a la altura de la planta, que se vió favorecida por la aplicación tanto de humus de lombriz como de estiércol bovino cuando se aplicaron aisladamente. Al parecer se produce una liberación efectiva de los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta, y una mejor absorción de nutrientes, fundamentalmente de fósforo. Muchos autores han obtenido resultados positivos con el uso de humus de lombriz en los cultivos, por ejemplo,



CV=12,50 % (21 días después del trasplante)

CV=7,43 % (43 días después del trasplante)

Figura 1. Altura de la planta (cm) con los tratamientos efectuados

Medina *et al.* (1992) a través de la utilización de humus de lombriz lograron sustituir el 80 % de la fertilización nitrogenada en tomate, a la vez lograron potenciar el crecimiento en altura de plantas de este rubro cultivadas sobre un suelo ferralítico rojo. Por otra parte por Ruiz *et al.* (2007), evaluando el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla Texas Grano 438 en Falcón, Venezuela, obtuvieron valores en alturas de las plantas entre 64,05 y 71,74 cm.

El número de hojas de los cuatro tratamientos a los 60 días después del trasplante; no tuvo diferencias significativas (figura 2) entre el humus de lombriz, y el estiércol vacuno con medias de 9,70 y 9,20 hojas, pero si con el resto de los tratamientos y el control. La cachaza y el control difieren significativamente, con el menor valor en el control con 7,3 hojas. Generalmente este cultivo tiene entre 7 a 12 hojas según la variedad (Guenkov, 1968), por lo que los resultados obtenidos están en este rango.

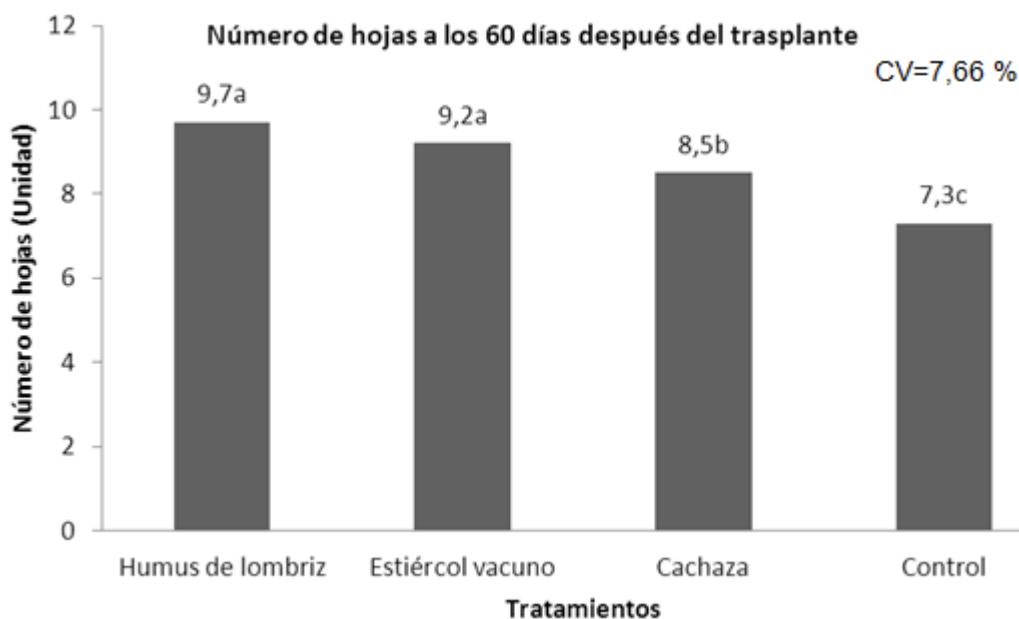


Figura 2. Número de hojas por tratamiento a los 60 días después del trasplante

El diámetro polar y ecuatorial del bulbo por tratamientos, al compararlo no existen diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3 en el diámetro polar del bulbo, estos a su vez muestran diferencias significativas con el control. En cuanto al diámetro ecuatorial no existen diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2, estos muestran diferencias en cuanto a los tratamientos 3 y 4.

Estos dos indicadores son de suma importancia para la calidad de los frutos de la cebolla, una buena

relación entre estos dos indicadores le da buena presencia al fruto. Se reportan valores de 6-9 cm en esta variedad; en nuestras condiciones los resultados alcanzados en los tratamientos con humus de lombriz, estiércol vacuno y cachaza están dentro de este rango y los valores del testigo están por debajo. (*Manual de Organopónicos y Huertos Intensivos*, 2007).

En las condiciones de la zona objeto de estudio se logró una masa de los bulbos de 160,11 g, en el tratamiento con humus de lombriz (Tabla 3), y no

Tabla 1. Diámetro polar y ecuatorial del bulbo después de la cosecha (cm)

Tratamientos	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial
T1.humus de lombriz	6,58 a	6,73 a
T2.estiércol vacuno	5,94 a	6,51 a
T3.cachaza	5,25 a	5,99 b
T4.control	4,56 b	5,10 c
DMS	0,07	0,08
C.V%	2,00%	2,01%

existieron diferencias significativas con los tratamientos donde se aplicó estiércol vacuno y cachaza, pero sí alcanzaron diferencias significativas con respecto al control que obtuvo 122,9 g. Remón (2005), demostró el efecto del estiércol bovino y el humus de lombriz sobre la acumulación de biomasa fresca y seca en el cultivo del tomate.

Tabla 3. Masa de los frutos de la cebolla después de la cosecha (g)

Tratamientos	Masa de la cebolla
Humus de lombriz	160,11 a
Estiércol vacuno	159,65 a
Cachaza	158,72 a
Control	122,90 b
DMS	8,1543
CV %	8,57

En cuanto al rendimiento (tabla 4) se observa que no hubo diferencias significativas entre los

El análisis económico que se realice a cualquier investigación viene a ser la confirmación de la aplicabilidad económica de los tratamientos empleados en dicha investigación; la tabla 5 muestra los resultados que se obtienen de este análisis, donde se observa que los tratamientos donde se aplicaron fertilizantes orgánicos al cultivo (T1, T2, y T3), son los que reportan las mayores ganancias, oscilando estas entre 111 508,84 y 131 163,56 pesos. Donde se aplicó el estiércol vacuno tuvo menor costo por peso con 0,14 y mayor relación costo-beneficio, es decir por cada peso invertido se obtienen 6,2 pesos de ganancia.

tratamientos con humus de lombriz, estiércol vacuno y cachaza, todos difieren del control que alcanzó 13,42 t.ha⁻¹.

Ruiz *et al.* (2007), evaluando el efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos (pulpa de café, estiércol caprino y bovino, bagazo de caña y gallinaza), obtuvieron rendimientos entre 27,49 y 29,26 t.ha⁻¹ en el cultivo de cebolla, var. Texas Grano 438.

Tabla 4. Rendimiento (t/ha)

Tratamientos	Rendimientos
Humus de lombriz	30,15 a
Estiércol vacuno	28,54 a
Cachaza	27,17 a
Control	13,42 b
DMS	0,1859
C.V%	5,43 %

Los resultados obtenidos demuestran que con aplicaciones de abonos orgánicos en el cultivo de la cebolla en un suelo fersialítico pardo rojizo en las condiciones de Campechuela se puede suplir la aplicación de fertilizantes químicos que por su uso indiscriminado ha contribuido a la salinización de los suelos y a depender de las importaciones.

La fertilización orgánica permite reciclar los desechos animales e industriales contribuyendo a la protección del agroecosistema y por tanto al medio ambiente.

Tabla 5. Análisis económico para las variantes evaluadas

Trat.	Prod. (t.ha ⁻¹)	Cp(\$)	Vp(\$)	G(\$)	C/P(\$)	B/C
T1	30,15	27 122,94	158 287,50	131 164,56	0,17	4,8
T2	28,54	20 935,14	149 835,00	128 899,86	0,14	6,2
T3	27,17	31 134,10	142 642,50	111 508,84	0,22	3,6
T4	13,42	18 397,44	70 455,00	52 057,56	0,26	2,8

Leyenda:

Trat (Tratamientos); Prd. (Producción en t.ha⁻¹); Cp (Costo de producción en pesos); Vp (Valor de la producción en pesos); G (Ganancia en pesos); CP (Costo por pesos); B/C (Relación beneficio/costo en pesos)

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de abonos orgánicos se logran rendimientos entre 27 y 30 t.ha⁻¹.

2. El humus de lombriz mostró mayor altura de las plantas, no existiendo diferencias significativas con el tratamiento con estiércol vacuno.

3. El tratamiento con estiércol vacuno logró menor costo por peso con 0,14 y mayor relación beneficio/costo con 6,20 pesos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bethlenfalvay, G. y R. Linderman: Mycorrhizae in sustainable agriculture. S A. Special Publication. No 54, p. 124, Madison, USA, 1992.

2. Guenkov, G.: *Fundamentos de Horticultura Cubana*, Edición revolucionaria, La Habana, Cuba, 1968.

3. Huerres, Consuelo y Nelia Caraballo: *Horticultura*, Ed. Pueblo y Educación, p. 70, La Habana, Cuba, 1996.

4. *Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana*, p. 102. INIFAT. La Habana, Cuba, 2007.

5. Medina, N. y A. Pino: Evaluación de diferentes especies de bacterias y hongos MVA y sus combinaciones como biofertilizantes para el tomate, cultivado fuera de época, en VIII Seminario Científico internacional. INCA, pp. 71-99, La Habana, Cuba, 1992.

6. Remón, Y.: Efecto de la aplicación del estiércol vacuno y Biobras-16 en la producción de posturas de tomate. Trabajo de Diploma, p. 46, Universidad de Granma, 2005.

7. Ruiz, C.; Tania Russian y D. Tua: "Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla". *Agronomía Tropical*. 57(1): 7-4. Falcón. Venezuela. 2007. Disponible en URL: <http://www.ceniap.gov/pbd/RevistasCientíficas/Agronomía%Tropical/at5701/pdf/ruiz>. Consultado el 17 de julio de 2011.

Recibido: 08/03/2012

Aceptado: 14/10/2012