

Alternativas sostenibles para la producción de lechuga en condiciones de organopónicos.

Sustainable alternative for the production of lettuce under organopónics conditions.

Autores: Lic. Yordanska Vicente-Sevillano¹, M. Sc. Juana Iris Durand-Cos¹, Ing. Humberto Duverger-Fernández², Dr. C. Yasmel Bertot-Savón¹

Organismo: Universidad. Facultad Agroforestal de Montaña Guantánamo. Cuba¹.
Universidad de Guantánamo, Empresa Agropecuaria Honduras, Guantánamo, Cuba²

E-mail: yordanska@fam.cug.co.cu, juana@fam.cug.co.cu, ybertot@fcs.cug.co.cu

Resumen.

La investigación se desarrolló en el organopónico "9 de Noviembre", de la Granja Urbana "El Salvador", Empresa Agropecuaria Honduras, provincia Guantánamo, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes alternativas de nutrición sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L). La variedad utilizada fue *Black Seeded Simpson*. El experimento se montó sobre un suelo Pardo sialítico carbonatado. Los tratamientos fueron T1 (Lechuga + compost), T2 (Lechuga + humus de lombriz), T3 (Lechuga + micorrizas) y T4 (Lechuga + NPK). El experimento demostró que la mejor respuesta de la planta a las diferentes alternativas de nutrición correspondió con el empleo del fertilizante inorgánico (NPK) seguido de las micorrizas para todas las variables evaluadas y con rendimientos de 53,0 y 49,8 t.ha⁻¹ respectivamente, donde alcanzaron además las mejores respuestas económicas.

Palabras clave: abonos orgánicos; lechuga; micorrizas; fertilización mineral.

Abstract.

The investigation was carried out in the organoponic November 9, in the urban farm "El Salvador", in the agropecuarian enterprise of Honduras, In Guantánamo's province, with the aim of evaluating the effect on different nutritious alternatives on the yield and growing of lettuce plantation(lettuce sativa).The variety used was black seeded Simpson. The experiment was adjusted in a brown sialitic carbonated soil. The treatments were t1 (lettuce plus compost), T2 (Lettuce plus warm humus), T3 (lettuce plus Micorrizas), and T4 (Lettuce plus NPK). The experiment shows that the better answer of plant in different nutrition alternatives corresponded to the organic fertilizer used ,(NPK), followed by micorrizas for all evaluated variables with yields of 53,0 and 499,8 t.ha⁻¹ respectively, where they got the best economic answers.

Keywords: organic manure; lettuce; micorrizas; mineral fertilization.

Introducción.

El manejo racional de los recursos naturales, en especial del suelo, asegura más y mejores rendimientos de los cultivos, pues es conocido que la restitución de nutrientes al suelo, mediante la adecuada fertilización con materiales orgánicos, permite que este recurso natural renovable, se mejore desde el punto de vista físico, se reactive biológicamente y se provea así mismo de los elementos nutritivos que ayudarán al normal crecimiento de las plantas (Montano, 2001).

La producción de la lechuga (*Lactuca sativa*, L) en la provincia de Guantánamo es muy baja, solo los organopónicos y algunos huertos intensivos la cultivan, en virtud, puede considerarse que la lechuga presenta un bajo nivel productivo en condiciones de organopónico y para aumentarlo es necesario el empleo de productos biológicos que permitan reducir los riesgos de contaminación ambiental, incrementar los rendimientos agrícolas y abaratar la producción hortícola.

Por lo que el objetivo fue evaluar el efecto de diferentes alternativas sostenible sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L) en condiciones de organopónico.

Desarrollo.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló desde septiembre hasta noviembre del 2012, en el organopónico "9 de Noviembre", de la Granja Urbana "El Salvador", Empresa Agropecuaria Honduras, en la localidad de El Salvador, provincia Guantánamo, sobre un suelo Pardo sialítico carbonatado según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. En un área de 69 m². La variedad de lechuga empleada fue *Black Seeded Simpson*, debido a las condiciones edafoclimáticas del territorio y la posibilidad de explotarse bajo esas condiciones.

Para la siembra se utilizaron semillas procedentes de la Empresa Semillas de Guantánamo y con la calidad requerida según normas técnicas. La distancia de siembra empleada fue en canteros de 1,20 m de ancho y 21 m de largo, sembradas a hileras dobles, con una distancia entre plantas de 0,10m.

La cepa de hongo micorrizico arbuscular empleado, provino del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) a través de su producto comercial ECOMIC, a una concentración de 20 esporas por gramo de sustrato y producido a base de *Glomus intrarradices*. Se empleó el método de peletización de las semillas, a razón de 10g de micorrizas por 1kg de suelo.

Características químicas del sustrato: Para el análisis químico del sustrato se recolectaron muestras, las cuales fueron enviadas al Laboratorio Provincial de Suelos de la provincia de Guantánamo para el análisis. Para el pH se utilizó el método Potenciométrico, mientras que el P₂O₅ y K₂O se determinaron mediante la fotometría de llama. El contenido de materia orgánica se determinó por colorimetría. Los resultados aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico del sustrato empleado en la investigación.

pH (H ₂ O)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	MO (%)
7,65	1,4	61,11	4,16

Datos climáticos durante el periodo experimental

En el periodo de investigación se tuvieron en cuenta los datos climáticos de la localidad, los cuales se obtuvieron del Centro Meteorológico Provincial de Guantánamo y de la Red Pluviométrica del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (tabla 2).

Tabla 2.- Datos climáticos durante el periodo de la investigación

Meses.	T. Máx. (°C)	T. Media (°C).	H.R. (%)	Prec. (mm)
Septiembre 2012	33,1	26,2	76	73,0
Octubre 2012	30,3	25,3	78	224,5
Noviembre 2012	30,0	24,8	78	106,0
Media	31,13	25,43	77,33	-
Total	-	-	-	403,5

T1.- Lechuga + compost

T2.- Lechuga + humus de lombriz

T3.- Lechuga + micorrizas

T4.- Lechuga + NPK (0,6 t.ha⁻¹)

Aplicación de las alternativas orgánicas

El humus de lombriz y el compost se aplicaron a razón de 1 kg/m². Ambos procedentes del área dedicada a la producción de abonos orgánicos en el Organopónico de referencia.

Variables evaluadas:

Variables de crecimiento: estas variables se midieron a los 39 y 44 días después del trasplante (20 plantas por cada tratamiento).

- Altura de la planta (cm.): se midió con una cinta métrica, tomando desde la base del tallo a ras de tierra, hasta el extremo de la planta.
- Número de hojas (U): por conteo visual en los diferentes momentos de medición.

Variables del rendimiento y sus componentes.

Estas variables fueron medidas antes de la cosecha.

- Producción (Peso) por planta: se tomaron 20 plantas por tratamientos y se pesaron.
- Rendimiento: mediante la fórmula Peso promedio de una planta x número de plantas para una hectárea (t.ha⁻¹).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico fue utilizado el paquete STATGRAPHICS versión 5.1.

Resultados y discusión

Variables de crecimiento

El crecimiento constituye un aumento irreversible del tamaño del vegetal asociado generalmente a un incremento de la masa seca, señalado de forma coincidente por diversos autores (Barroso, 2004; Zapata, 2009) y denota los cambios cuantitativos que tienen lugar durante el desarrollo.

Respuesta de la altura de la planta

La tabla 3 muestra la respuesta de la planta en cuanto a la altura en los dos momentos evaluados. A los 39 días del trasplante los mayores valores se alcanzaron en los tratamientos donde se aplicó el fertilizante inorgánico (NPK), las micorrizas y el compost, no existiendo diferencias significativas entre ellos y si con respecto al humus de lombriz.

Tabla 3. Respuesta en la altura de la planta en los diferentes momentos evaluados.

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	
	39 días	44 días
Lechuga + compost	16,45a	18,5b
Lechuga + humus de lombriz	14,28b	19,13b
Lechuga + micorrizas	16,2a	19,78b
Lechuga + NPK	16,5a	25,28a
ESx	0,0468	0,0833

Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan para $p \leq 0,05$.

A los 44 días la respuesta fue diferente, los mayores valores para la altura se alcanzaron en el tratamiento donde se aplicó NPK, difiriendo del resto de los tratamientos. A pesar de ser las micorrizas el segundo tratamiento con mejores resultados no difirió de la aplicación del compost y del humus de lombriz.

Tal respuesta demuestra el efecto de las diferentes alternativas sostenibles utilizadas en el desarrollo del cultivo; la fórmula completa le proporciona al cultivo de manera inmediata los elementos necesarios para su crecimiento y desarrollo.

Por su lado, los hongos micorrízicos arbusculares ofrecen grandes ventajas a los cultivos. Según Riera (2001) dentro de las ventajas de este biofertilizante está el aumento de la absorción de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio por las plantas; elementos necesarios para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Respuesta en el número de hojas

Con respecto al número de hojas a los 39 días continuó siendo el tratamiento donde se aplicó NPK el de mayor resultado (8,19 hojas) difiriendo del resto para un nivel de significación de 0,05% (tabla 4).

A los 44 días los mejores resultados se alcanzaron en los tratamientos donde se aplicó el fertilizante inorgánico y las micorrizas con 10,44 y 10,25 hojas promedio respectivamente, no existiendo diferencias entre ellos y si con respecto al compost y humus de lombriz.

Tabla 4. Respuesta en el número de hojas en los diferentes momentos evaluados.

Tratamientos	Número de hojas/planta (U)	
	39 días	44 días
Lechuga + compost	6,0bc	8,05c
Lechuga + humus de lombriz	6,03c	9,65b
Lechuga + micorrizas	8,08b	10,25ab
Lechuga + NPK	8,19a	10,44a
ESx	0,0678	0,03804

Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan para $p \leq 0,05$.

Estos resultados están en correspondencia con los reportados por Hernández (2007) al evaluar el efecto del biofertilizante (micorrizas) en diferentes cultivos como guayaba y uva en la Empresa de Cultivos Varios de Batabanó donde reportó un incremento del desarrollo foliar, número de hojas y aumento del grosor en estos cultivos. También Agüero (2010) en trabajos realizados planteó que existió incremento en esta variable en el cultivo de ají pimiento (*Capsicum annum* L).

Están en concordancia además, con los resultados planteados por González (2008) cuando describió que el número de hojas es uno de los parámetros importantes en la evaluación del crecimiento y producción en las plantas; y la determinación adecuada de la misma es fundamental para la correcta interpretación de los procesos en una especie vegetal. También se informa que el número de hojas guarda una relación bastante consistente con el rendimiento en diferentes cultivos.

Por otro lado, los hongos micorrizógenos cuando son empleados como biofertilizantes inicialmente tienen un período que parasitan las plantas durante el proceso de simbiosis con estas, vive a expensas de la planta y posteriormente inicia el proceso de colonización de las raicillas de las plantas hasta llegar a ser parte integrante de ellas, ayuda a la planta a adquirir diversidad de nutrientes y agua del suelo, promoviendo un mayor desarrollo de la misma.

Estos resultados coinciden con los planteamientos realizados por Jiménez (2009) cuando logró alcanzar grosor del tallo superior con la aplicación de las micorrizas.

Investigaciones realizadas por Terrero (2007) con las aplicaciones de micorrizas no obtuvo incrementos significativos en el cultivo de frijol y pepino variedad "SS-5" en la variable diámetro del tallo a diferencia de otras variables como la longitud del fruto, número de frutos por planta, número de granos por vaina donde sí presentaron diferencias significativas.

Variables de rendimiento

Una fertilización correcta resulta siempre uno de los medios más eficaces para lograr las mejores cosechas, así como para mejorar la fertilidad del suelo. El empleo creciente de fertilizantes orgánicos y su aplicación en gran escala, constituyen los principales elementos para el aumento de la producción agrícola.

Peso promedio de la planta

El peso fresco es otro componente importante del rendimiento. Los resultados obtenidos del efecto de los tratamientos sobre el peso promedio de la planta se presenta en el figura 1, al encontrarse diferencias significativas entre el tratamiento T4 (NPK) con el resto de los tratamientos, al coincidir con el mayor valor del indicador analizado.

Cabe considerar que el tratamiento con micorrizas continúa dentro de los de mayor rendimiento después de la aplicación de NPK.



Figura 1. Respuesta en el peso por planta en los diferentes tratamientos

ESx = 1,1076

Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan para $p \leq 0,05$.

Este indicador (peso de la planta) es un componente importante del rendimiento para el cultivo de la lechuga y está demostrado que es muy estable y altamente heredable (Alcántara, 2010).

Este resultado se debe al papel que desempeñan los fertilizantes químicos, sobre todo el nitrógeno en el aumento de los rendimientos para el caso de los vegetales de hojas. Este elemento aumenta la acumulación de los productos de la fotosíntesis en la propia hoja, acelerando su desarrollo y por ende más peso.

Por otro lado, este resultado en el peso de las hojas se debe también al efecto de la micorriza en el cultivo de la lechuga bajo las condiciones evaluadas donde hubo una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas, lo que facilita un aumento de la producción.

González *et al.* (2008) refieren que la aplicación de la micorriza y NPK aumenta la vigorosidad y eficacia de la parte aérea de la planta: peso del follaje, área foliar y largo y ancho de las hojas y la eficacia a la captación se ven claramente favorecidas.

Similares resultados fueron obtenidos por Vera y López (2002) quienes comprobaron con el empleo del Ecomic incrementos en el peso de la planta y por ende el área foliar del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) variedad SS - 5. En investigaciones realizadas por Fernández (1999) sobre el efecto del inoculante micorrizógeno en el cultivo del arroz (*Oriza sativa*), sorgo (*Sorghum vulgare* Bers) y maíz (*Zea mays*), obtuvo incrementos significativos en términos de crecimiento y desarrollo foliar.

Rendimientos ($t \cdot ha^{-1}$)

El rendimiento en la lechuga está influenciado por el peso del follaje y por el área foliar desarrollada por la variedad, así como constituyen un aspecto decisivo a la hora de determinar qué variedad es la más adecuada para las condiciones específicas de cada territorio que se vaya a sembrar (Alcántara, 2010).

Igual comportamiento se obtuvo al analizar el rendimiento agrícola (Figura 2), donde la aplicación de NPK supera a todos los tratamientos, seguido del tratamiento donde se aplicó las micorrizas, siendo los mayores aportes a la producción por superficie cuando se aplica el fertilizante inorgánico. Ahora bien, la aplicación del humus y micorrizas, aunque difiere de los otros dos productos, supera y difiere del rendimiento obtenido en el tratamiento lechuga + compost.

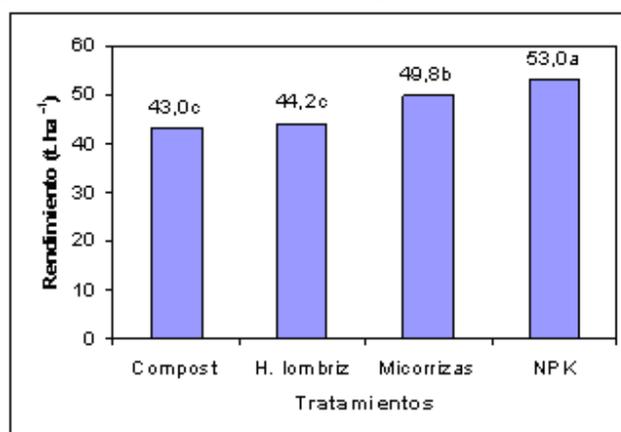


Figura 2. Rendimientos de los diferentes tratamientos.

ESx = 0,092

Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan para $p \leq 0,05$.

La superioridad en los rendimientos evaluados durante la experiencia para los tratamientos donde se ensayaron las fuentes de fertilización está en correspondencia con los reportes realizados en el cultivo del tomate por González (2008) al encontrar un efecto energético con la aplicación del biofertilizante.

Debe señalarse que, los biofertilizantes disminuyen la toxicidad en los cultivos, lo que repercute en la calidad de los productos y en la salud del consumidor. Con su empleo no existe riesgo de pérdida de cosecha por dosificación, se evita la quimización de los suelos, aumentan la población de microorganismos presentes en el suelo con condiciones asequibles, son de fácil reproducción, con bajos costos, mejoran las propiedades físicas de los suelos y no causan impactos ambientales negativos al ecosistemas (González, 2004; Hernández, 2007).

Conclusiones.

- 1.- El empleo de las diferentes fuentes de materia orgánica y las micorrizas incidió positivamente en los parámetros de crecimiento en el cultivo de la lechuga para todas las variables y momentos evaluados.
- 2.- Las mayores rendimientos se alcanzaron en el empleo del fertilizante químico y las micorrizas con valores de 53,0 y 49,8 t.ha⁻¹ respectivamente, mostrando ser factibles económicamente.

Bibliografía.

- Agüero Yuneisy, Tamayo E., Santiesteban R. (2010). Evaluación de los hongos micorrízicos arbusculares en la nutrición de plántulas de cebolla (*Allium cepa* L.) en un suelo Fluvisol de la provincia de Granma. Libro Resumen. XVII. Congreso del INCA. La Habana.
- Alcántara I. (2010). Evaluación de especies de leguminosas micorrizadas asociadas al cultivo de Yuca (*Manihot esculenta* Grantz) en la Granja Agropecuaria de Honduras. Tesis en opción al título de Master. Ministerio de Educación Superior.
- Barroso L. (2004). Crecimiento, desarrollo y relaciones hídricas de la Albahaca Blanca (*Ocimum basilicum* L.) en función del abastecimiento hídrico. Tesis de Grado. INCA.
- González J., Ramírez F. y Vieito L. (2008). Lombricultura: Una alternativa para la conversión de los desechos orgánicos en recursos.
- González M. y Rodríguez Y. (2004). Respuesta de plantas de *Coffea canephora* a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares durante la fase de climatización. *Cultivos Tropicales*, 25 (1), 13 – 16.
- Hernández J. (2007). Aspectos cualitativos evaluados por productores en la Empresa de Cultivos Varios de Batabanó en algunos cultivos donde se aplicó Fitomas E. Informe al proyecto ramal del MINAZ.
- Jiménez Carmen. (2009). Comportamiento del cultivo de boniato en la granja Cayamo. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo.
- Terrero J. (2007). Aplicación de tres sustancias bioestimulantes a siembra directa y trasplante en el pepino variedad "SS-5". Trabajo de investigación. Forum Nacional Estudiantil Agropecuario. Universidad de Granma.
- Vera G.; López R. (2002). Evaluación de diferentes dosis de Fitomas en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*. L) variedad SS-5. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo.
- Zapata Y. (2009). Manejo de diferentes normas de riego en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa*. Lin) inoculada con micorriza. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Fecha de recibido: 25 jul. 2013

Fecha de aprobado: 28 sep. 2013