

UTILIZACION DE UN BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN CHAPINGO, MEXICO

Serrano Vázquez, J. O.; A. Curiel Rodríguez; J. Ayala Hernández.

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.
Chapingo, México, C.P. 56230.

RESUMEN. Buscando alternativas ecológicas para la producción de cebolla, se llevó a cabo esta investigación en la Universidad Autónoma Chapingo en el ciclo primavera-verano de 1992, con el fin de evaluar biológica, técnica y económicamente la respuesta del cultivo a la aplicación de biofertilizante líquido producido con estiércol de bovino en condiciones anaeróbicas (LEDA). Aplicando al suelo por metro lineal del cultivo 500, 750 y 1000 ml de LEDA solo; 250, 500 y 750 ml de LEDA combinado con fertilizante químico a razón de 60-40-00 kg de NPK; un tratamiento testigo con 120-80-00 kg de NPK y otro con 1000 ml de LEDA al follaje fraccionado en cuatro partes. Los resultados muestran que la mezcla de fertilizante químico con LEDA favorece el número de hojas, diámetro meridional y ecuatorial del bulbo. Para peso fresco del bulbo, el mayor valor promedio (22.26 ton/ha) se obtuvo al aplicar 750 ml de LEDA con 60-40-00 kg de NPK y superó ampliamente al testigo químico (16.81 ton/ha), y al testigo biológico (17.36 ton/ha). El tratamiento con aplicación foliar de LEDA mantuvo un bajo nivel de infestación de plagas y enfermedades.

PALABRAS CLAVE: Agricultura orgánica, fertilización.

USE OF BIOFERTILIZER ON ONION CROP (*Allium cepa* L.) IN CHAPINGO, MEXICO.

SUMMARY. Looking for ecologically alternative methods in onion production, this experiment was done at the Universidad Autónoma Chapingo during the spring-summer cycle in 1992. The main purpose was to evaluate biological, technical and economic response of this crop to the biofertilizer LEDA (Liquid Effluent from an Anaerobic Digestor). Applied soil treatments were done by linear meter to the crop 500, 750 and 1000 ml of LEDA alone; another with 250, 500 and 750 ml of LEDA treatments combined with chemical fertilizer 60-40-00 kg of NPK; a chemical treatment with 120-80-00 kg of NPK was also included; another LEDA treatment of 1000 ml was applied in four parts to the foliage. Results showed that mixed LEDA and chemical fertilizer gave the best results in leaf number, meridional and equatorial bulb diameter. The highest value for fresh bulb weight (22.26 ton/ha) was obtained when 750 ml of LEDA combined with 60-40-00 kg of NPK, having better results than chemical fertilizer (16.81 ton/ha) and biological fertilizer (17.36 ton/ha). Foliar application of LEDA avoided the attack of the pests and diseases at a low level.

KEY WORDS: Organic agriculture, fertilization.

INTRODUCCION

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más cultivadas en México (25 mil ha), el consumo per cápita anual es de 5.7 kg; ocupa el quinto lugar del volumen de hortalizas exportadas por México (4.4%) y requiere considerable cantidad de mano de obra, por lo que genera fuentes de empleo (CNPH, 1990).

La búsqueda de métodos alternativos para la producción de cebolla aprovechando los residuos biológicos de plantas y animales (contaminantes), permitirá que se disminuyan costos de producción, se mejoren las condiciones de fertilidad de los suelos y se obtengan productos de calidad, tareas que la sociedad

demanda. Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar biológica y económicamente la respuesta de la cebolla var. "Crystal Wax", a la aplicación de líquido afluente proveniente de estiércol de bovino de un digestor anaerobio.

REVISION DE LITERATURA

Factores ambientales y condiciones para la producción

Una combinación de temperatura fresca (5 a 10°C) durante la fase de plántula, combinada con una variación de temperatura moderadamente alta (mayor a 20°C) durante la formación de bulbo es favorable en la obtención de una buena cosecha. Para México sólo se

cultivan las variedades de fotoperíodo corto (10-12 hrs), si no, la parte comestible no se formaría. La cebolla tiene un sistema de raíces poco desarrolladas y de limitada capacidad de absorción, por lo que el suelo debe proveer a la planta las sustancias nutritivas en forma asimilable, la demanda es mayor durante el período de formación de hojas. En la etapa de llenado de bulbo y maduración, es tolerante a la sequía e inclusive la necesita (Guencov, 1974). PRONASE (1983), recomienda utilizar en zonas de riego la fórmula 120-80-00, aplicando 600 kg de sulfato de amonio mezclados con 300 kg de superfosfato de calcio simple.

Digestión anaeróbica y la producción de biofertilizante.

El proceso bioquímico para la degradación de materia orgánica en ausencia de oxígeno se llama Digestión Anaeróbica. Los productos que se generan son: biogas (útil como combustible), afluentes líquidos y sólidos que contienen una alta concentración de nutrimentos y materia orgánica, lo cual permite su utilización como: fertilizante (LEDA), alimento para animales y acondicionantes del suelo agrícola (Arias, 1977). Las ventajas del LEDA son por su valor fertilizante, ya que incrementa de 10 a 20% la producción de cultivos, respecto a los fertilizantes químicos (Arias, 1978; 1981); además, los nutrimentos contenidos en él pueden ser absorbidos más fácilmente por las plantas y contienen pequeñas cantidades de otros elementos indispensables como Mg, Mn, S, B, Fe, Cu y Ca, entre otros (Gómez y Viniegra, 1979).

MATERIALES Y METODOS

El experimento se efectuó de febrero a agosto de 1992 en el Campo Experimental de la UACH; cuyas características ambientales son: 2200 msnm; una temperatura media anual de 17°C, la precipitación media anual es de aproximadamente 600 mm y la humedad relativa de 65% (García, 1985).

El biofertilizante fue de estiércol vacuno degradado en un digestor tipo "Xochicalli" (Arias, 1977). Se utilizó la variedad de cebolla "Crystal Wax", de color blanco, achatada y de fotoperíodo intermedio.

Cada unidad experimental fue de 5 surcos de 0.6 x 4.0 m (12 m²). Utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Los tratamientos empleados se enlistan en el Cuadro 1. Las variables respuestas evaluadas fueron: número de hojas (NH); grosor del falso tallo (GFT) diámetro ecuatorial (DE) y diámetro meridional (DM) del bulbo; sanidad de la planta (SANI) y peso fresco del bulbo (PESO).

Los datos obtenidos se ajustaron usando el método Papadakis (Juárez, 1989), para reducir el

efecto diferencial de la heterogeneidad del suelo. La prueba de comparación de medias entre tratamientos se hizo mediante la utilización de la prueba de Tukey con datos ajustados. El análisis estadístico se hizo comparando grupos con varianzas similares, para tener una mejor inferencia del efecto de los tratamientos por encontrarse heterogeneidad de varianzas; el primer grupo (tratamientos 1, 3 y 8) tuvieron las máximas varianzas; el segundo agrupó aquellos tratamientos con varianzas mínimas (2, 4, 5, 6 y 7); por último, se aplicó una prueba de comparación de medias entre los tratamientos 7 y 1, ya que el primero se diferenció estadísticamente de los demás tratamientos de su grupo, y el segundo, por ser el tratamiento testigo; también se realizó un análisis económico utilizando el modelo propuesto por Perrin *et al.* (1976).

CUADRO 1. Tratamientos empleados en el experimento de cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, Méx. 1992.

Tratamientos	Fertilizante químico (kg/ha)	Fertilizante biológico (ml/m lineal de cebolla)
1	120-80-00	0
2	00-00-00	500
3	00-00-00	750
4	00-00-00	1000
5	60-40-00	250
6	60-40-00	500
7	60-40-00	750
8*	00-00-00	1000

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 2 indica que la fertilidad del suelo es buena, ya que con base en el análisis químico se determinó que éste poseía al momento de realizar el experimento una alta concentración de 118 kg de N/ha, y 351 kg de K/ha, por lo que se considera que la buena fertilidad del suelo enmascaró el efecto de los tratamientos estudiados.

CUADRO 2. Contenido de N, P y K en dos profundidades de suelo del lote, para el experimento de biofertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México. 1992.

Profundidad de la muestra de suelo (cm)	Nitrógeno ¹ total (%)	Fósforo ² (ppm)	Potasio ³ (ppm)
0-10	0.088	19.0	540
10-20	0.084	19.0	518

1 Macro-kjedhal.

2 Bray¹

3 Extracto en acetato de amonio 1N PH 7.0 (relación 1.5) y determinado por espectrofotometría de emisión de flama.

El análisis de la muestra del efluente (Cuadro 3) indica que sus concentraciones de N, P y K son muy bajas, sin embargo, al aplicarlo, combinado con fertilizante químico, pudo actuar como "complemento" a la buena fertilidad del suelo, además de aportar micronutrientes, vitaminas y hormonas que pudieron favorecer una mejor expresión de las variables estudiadas.

La variabilidad no sistemática entre parcelas experimentales fue muy heterogénea, principalmente en una área determinada de ellas, lo cual afectó más a algunos tratamientos (7, 4 y 6) por tener más repeticiones en dicha área; esto no permitió tener una buena inferencia de sus efectos aún con el ajuste realizado por el método Papadakis, quien mejoró hasta en un 60% el efecto de los tratamientos. Sin embargo, sólo se encontraron diferencias significativas estadísticas en las variables SANI, NH y PESO (Cuadro 4). Para la variable GFT (Cuadro 4), no hay una tendencia de dominancia por algún tipo de fertilización, sin embargo, el mayor valor (LEDA a 1000

ml) y el menor valor (250 ml de LEDA más fertilizantes químicos) son mayores al reportado por PRONASE (1983); para que los fotosintatos acumulados en el falso tallo se trasloquen hacia el bulbo de una manera eficiente, el cultivo necesita un período seco antes de la cosecha para que las raíces no puedan absorber nutrientes y el falso tallo y las hojas dejen de ser órganos de "demanda" de fotosintatos y se conviertan en órganos de "fuente" de éstos hacia el bulbo (Japón, 1982). Lo cual no sucedió debido a la alta precipitación ocurrida en los últimos meses de su período.

En la variable NH, los tratamientos con aplicación de LEDA solo y en combinación con fertilizante químico (T2 A T7) presentan los mayores valores, el máximo valor muestral se obtuvo con la aplicación de 750 ml de LEDA más 60-40-00 (T7), y fue diferente estadísticamente al tratamiento de fertilización química 120-80-00 (T1), y al de aplicación de 1000 ml de LEDA foliar (T8); esto puede indicar una insuficiente absorción de nitrógeno necesario para el desarrollo

CUADRO 3. Análisis químico de una muestra del líquido efluente de estiércol bovino de un digestor tipo "Xochicalli".

Ph ¹	CE ² (ds/m)	NT ³ (%)	p ⁴ (ppm)	NA ⁵	K ⁶	Ca ⁷	Mg ⁸ Meq/l	CO ₃ ⁼¹⁰	HCO ₃ ⁼¹⁰	CL ⁻¹¹
7.0	1.53	0.013	12.7	2.9	7.3	3.4	4.6	*	19.8	7.0

¹ Potenciométrico; ² Por puente de conductividad; ³ Por Kjeldhal; ⁴ Con azul de molibdeno como reductor SnCl₂ y colorimetría; ⁵ y ⁶ Con espectrofotometría de emisión de flama; ⁷ y ⁸ Volumetría de EDTA; ⁹ y ¹⁰ Volumetría de H₂SO₄ y ¹¹ Volumetría de AgNO₃.

CUADRO 4. Respuesta promedio obtenida con la prueba de Tukey para las variables evaluadas en el experimento de aplicación de LEDA en cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México, 1992.

T	GFT (cm)	NH	DE (cm)	DM (cm)	PESO (gr)	SANLI*
1	1.313 a	7.14 bcde	6.600 a	4.784 a	120.16 b	3.298 ab
2	1.258 a	7.27 abcde	6.980 a	4.923 a	124.56 b	1.971 c
3	1.294 a	7.35 abcd	6.723 a	4.826 a	132.53 b	2.395 bc
4	1.324 a	7.37 abc	6.692 a	5.085 a	121.59 b	2.985 ab
5	1.175 a	7.43 ab	6.831 a	4.874 a	144.47 b	2.538 b
6	1.320 a	7.33 abcde	6.856 a	5.219 a	127.23 b	2.998 ab
7	1.272 a	7.67 a	7.362 a	5.155 a	170.61 a	1.876 cd
8	1.272 a	6.85 e	6.761 a	4.874 a	130.25 b	3.365 a
w	0.226	0.214	1.215	0.731	52.142	0.584
R	0.940	6.120	6.830	6.570	114.00.	
P	0.800	10.000	8.500	7.500	200.00.	

NOTA. Letras iguales indican no diferencias estadísticas significativas con $\alpha=0.05$ para probar $H_0: \bar{i} = \bar{j} \forall i=j$.

w = Diferencia mínima significativa para la prueba de Tukey.

R = Valores reportados para las mismas condiciones de variedad y sitio experimental por Ruiz (1985).

* A mayor valor numérico, menor grado de infección.

P = Características morfológicas de la variedad reportadas por PRONASE (1983).

vegetativo (Guenkov, 1974); al aplicar el efluente con una buena fertilidad del suelo y al presentarse temperaturas adecuadas se favoreció un buen desarrollo foliar, respecto a la fertilización química.

Para DE y DM, el máximo valor se obtuvo con T7, y el menor valor con T1; ambos valores son menores a los reportados por PRONASE (1983), lo cual se explica al analizar GFT y NH, ya que al no trasladarse la totalidad de los fotoasimilados del falso tallo y al haber un menor número de hojas, repercutió en una menor cantidad de fotoasimilados almacenados por el bulbo, por lo que no se manifestó el máximo potencial de crecimiento de este órgano. Cabe señalar que en el caso exclusivo del DM se obtienen valores menores a los reportados por Ruiz (1985); lo cual indica que hay una tendencia del bulbo por acumular mayor cantidad de fotosintatos en dirección ecuatorial, ya que al superar en DE y NH a los valores reportados por este autor, se esperaría que ocurriera lo mismo con DM, sin embargo, esto no sucede, debido posiblemente a la alta compactación del suelo que prevaleció en algunas etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo.

Para peso fresco del bulbo (PESO), se obtuvieron diferencias significativas en el segundo grupo entre el tratamiento 7 y los demás, así como al analizar el tratamiento 7 con respecto al 1, obteniéndose el mayor valor al aplicar el T7 con 170.610 gr, el cual es equivalente a 22.26 ton/ha, menor a lo reportado por la PRONASE (1983), pero superior a la producción promedio que reporta la SARH (15.0 ton/ha) en 1991 para la misma zona de estudio (Cuadro 5).

Pese a que se obtuvieron valores menores para NH, DE y DM con respecto a la PRONASE (1983),

estas variables influyeron para obtener un rendimiento en T7 considerado como aceptable. Se obtuvo menor grado de infección con el T8 y mayor con el T7, posiblemente por tener plantas más suculentas, un inadecuado manejo fitosanitario y a que el efluente al momento de aplicarse es "frio", lo cual tiene un efecto repelente en los insectos vectores; por lo que la aplicación foliar de LEDA puede recomendarse como pesticida bajo condiciones de poca precipitación.

En el análisis económico (Cuadro 5), indica que por cada nuevo peso que se invierte, se obtiene una ganancia neta de N\$ 0.40 para T7, el cual es el único recomendable bajo el modelo sugerido por Perrín (1976), ya que es la única relación Beneficio-Costo que garantiza la utilización de la nueva tecnología (con mayor costo).

CONCLUSIONES

Los tratamientos con aplicación de LEDA combinados con fertilizantes químicos superan numéricamente las expresiones de las variables GFT, NH, DE y PESO, respecto a lo reportado por otros autores para esta zona, por lo que se les puede considerar como resultados aceptables aunque no superan los valores que reporta la PRONASE (1983).

Con la aplicación de LEDA más 60-40-00 kg de NPK se obtuvo la mejor respuesta en las variables NH, DE, DM y PESO, respecto a la aplicación de fertilizante químico 120-80-00 kg de NPK.

La aplicación de 1000 ml de LEDA foliar mantuvo en un bajo nivel la infestación de plagas y enfermedades al cultivo.

CUADRO 5. Análisis de Beneficio-Costo por el método de Perrín (1976), en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México. 1992.

T	PESO (ton/ha)	VALOR DE LA PRODUCC. (\$)	COSTO TOTAL DE PRODUCC. (C)	BENEFICIO (\$) NETO (B)	RELACION B:C
7	22.260	17'808 000.00	12'107 688.00	5'700 312.00	1:1.47
5	19.250	15'400 000.00	11'710 088.00	3'745 844.00	1:1.32
3	17.660	14'128 000.00	11'485 000.00	2'443 000.00	1:1.20
8	17.360	13'888 000.00	11'654 156.00	2'247 282.00	1:1.19
6	17.030	13'624 000.00	10'512 500.00	2'139 000.00	1:1.18
1	16.810	13'448 000.00	11'640 718.00	1'807 282.00	1:1.17
2	16.600	13'280 000.00	11'640 718.00	1'569 912.00	1:1.13
4	16.210	12'968 000.00	11'685 000.00	1'327 282.00	1:1.11
S*	15.000	12'000 000.00	10'500 000.00	1'500 000.00	1:1.14
R+	15.200	12'160 000.00	10'582 000.00	1'577 500.00	1:1.15

El análisis económico por el método de Perrín (1976) pra un valor de mercado de N\$ 0.80 por kg.

S* = Datos obtenidos por la SARH (1991).

R+ = Datos obtenidos con base a Ruiz (1985).

Con la aplicación de 750 ml de LEDA más 60-40.00 kg de NPK se obtuvo el mejor beneficio neto con N\$5,700.312 /ha.

LITERATURA CITADA

- ARIAS CH., J. 1977. Apuntes del proyecto "Xochicalli"; casa ecológica autosuficiente S.C., Mimeografiado. Ozumba, México. 25 p.
- ARIAS CH., J. 1978. Digestión anaeróbica de desechos orgánicos, prioridad estratégica para el ecodesarrollo. Reunión Nacional Sobre Energía no Convencional. Palmira Morelos, México. 215 p.
- ARIAS CH., J. 1981. Digestión anaeróbica de desechos orgánicos, S.C. Mimeografiado. Ozumba, México. 45 p.
- CONFEDERACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE HORTALIZAS. 1990. Boletín anual 1989/1990. Culiacán, Sinaloa. México. 90 p.
- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. México. 111 p.
- GOMEZ, J.; G., VINIEGRA. 1979. Producción de hortalizas con estiércol digerido anaeróticamente. IX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas (ALCA), Acapulco, México. pp 325-336.
- GUENCOV, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana, Editorial Instituto Cubano del Libro. La Habana Cuba. 450 p.
- JAPON Q., J. 1982. Cultivo extensivo de la cebolla. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 65 p.
- PERRIN, R; K. D. L. WINKELMAN, J. MOSCARDI; R. ANDERSON. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. México. 54 p.
- PRONASE, SARH. 1983. Variedades de hortalizas. PRONASE. México. 25 p.
- RUIZ P., J. 1985. Estudio fenológico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en Chapingo, México. Tesis de licenciatura. UACH. Chapingo, México. 105 p.
- SARH. 1991. Reporte técnico-financiero del cultivo de cebolla. DDR 003 Texcoco, México. 2 p.