

RESPUESTAS DE LA LECHUGA Y DEL REPOLLO A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA

Bruno Añez y Wilmer Espinoza

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.) Universidad de Los Andes, Apdo. 77 (La Hechicera)
Mérida, Código Postal 5101, Venezuela. 2001.

RESUMEN

La finalidad de este estudio fue determinar la cantidad de abono orgánico que con fertilización y sin ella, es necesario suministrar a la lechuga (*Lactuca sativa* var. Great lakes 659 MT) y al repollo (*Brassica oleracea* var. capitata, hib. Izalco) para lograr cosechas económicamente rentables. El trabajo de campo se realizó en un suelo Humitropept típico franco-arenoso de la estación experimental "Santa Rosa" del I.I.A.P.; - U.L.A., Mérida, Venezuela. En ambos cultivos se probaron cinco niveles de humus de lombriz "E" (0; 5; 10; 15 y 20 t.ha⁻¹) y diferentes dosis de fertilizantes químicos "Q". Cinco para lechuga (0; 38 Kg de N + 15 Kg de P₂O₅ + 30 Kg de K₂O; 76 Kg de N + 30 Kg de P₂O₅ + 60 Kg de K₂O; 114 Kg de N + 45 Kg de P₂O₅ + 90 Kg de K₂O.ha⁻¹ y el fertilizante líquido "Jorape", diluido 1:9 [v/v] en agua) y cuatro para repollo (0; 50 Kg de N + 20 Kg de P₂O₅ + 40 Kg de K₂O; 100 Kg de N + 40 Kg de P₂O₅ + 80 Kg de K₂O y 150 Kg de N + 60 Kg de P₂O₅ + 120 Kg de K₂O.ha⁻¹), arreglados en parcelas divididas en bloques al azar, con cuatro y tres repeticiones, respectivamente. Las producciones en Kg.planta⁻¹ de la lechuga y del repollo fueron afectadas significativa e independientemente por los niveles de fertilizantes químicos suministrados. Para suelos y condiciones climáticas como los del estudio, se sugiere aplicar e incorporar al suelo 10 t.ha⁻¹ de estiércol, compost o humus de lombriz, un mes antes del trasplante y usar una fertilización complementaria de 100 Kg de N.ha⁻¹ para la lechuga y de 150 Kg de N.ha⁻¹ para el repollo.

Palabras claves: *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *capitata*, fertilización química, fertilización orgánica, producción.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the amount of manure that with or without chemical fertilizer must be supplied to lettuce (*Lactuca sativa* cv. Great lakes 659 M.T.) and to cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* hyb. *Izalco*) to attain profitable yields. The field work was carried out on a Typical Humitropept sandy-loam soil at "Santa Rosa" experimental station, state of Mérida, Venezuela. In both crops we tested five levels of earthworm humus "E" (0; 5; 10; 15 or 20 t.ha⁻¹) and different doses of chemical fertilizer "Q", five for lettuce (0; 38 Kg of N + 15 Kg of P₂O₅ + 30 Kg of K₂O; 76 Kg of N + 30 Kg of P₂O₅ + 60 Kg of K₂O; 114 Kg of N + 45 Kg of P₂O₅ + 90 Kg of K₂O.ha⁻¹ or the liquid fertilizer "Jorape", diluted 1:9 [v/v] in water) and four levels for cabbage (0; 50 Kg of N + 20 Kg of P₂O₅ + 40 Kg of K₂O; 100 Kg of N + 40 Kg of P₂O₅ + 80 Kg of K₂O or 150 Kg of N + 60 Kg of P₂O₅ + 120 Kg of K₂O.ha⁻¹, in split plots arrangements of treatments in randomized block designs, with four and three replications, respectively. Lettuce and cabbage productions in Kg.plant⁻¹ were significant and independently affected by the level of chemical fertilizer used, for the climate and soil conditions of this study. We suggest to apply and incorporate into the soil 10 t.ha⁻¹ of manure, compost or earthworm humus, one month before crops transplantation and fertilize the lettuce with 100 Kg of N.ha⁻¹ and the cabbage with 150 Kg of N.ha⁻¹.

Key words: *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *capitata*, organic fertilization, chemical fertilization, production.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ha llegado a niveles muy altos de producción debido al empleo de grandes cantidades de insumos energéticos; especialmente, fertilizantes químicos. Ahora bien, convencidos de que el uso de elevadas dosis de fertilizantes minerales, específicamente nitrogenados y fosfatados, causan daños graves al ambiente y de que los abonos orgánicos en cantidades normales, no contienen los nutrimentos suficientes para la obtención de cose-

chas rentables — se hace énfasis en el término rentable, porque nuestro consumidor, en general, no está habituado a pagar un precio extra por la calidad de los productos agrícolas. Se nos plantea éste dilema en la producción hortícola de la región andina. Tal vez, la mejor opción, sea ir sustituyendo gradualmente el uso de químicos inorgánicos por abonos orgánicos, hasta lograr un equilibrio que permita cierta rentabilidad, sin menoscabo de los re-

cursos naturales; en otras palabras, procurar una agricultura más sostenible que la actual; pero, sin causar una debacle económica, en las ya deterioradas condiciones de nuestros productores rurales. Enseñanzas como estas, aunadas a la aceptación del público consumidor, de pagar más caro, productos de mejor calidad, pueden conducirnos al logro de una agricultura plenamente sostenible.

Jakse y Mihelic (1999), reportaron que el rendimiento de 8 hortalizas disminuyó entre 20 y 46% en suelos turbosos y de 28 a 56% en suelos arenosos, cuando se uso fertilizante orgánico en vez de químico. Los rendimientos de materia seca de repollo con fertilizantes minerales fueron dos veces más altos que los obtenidos con fertilizantes orgánicos. Esto se debió a que las plantas fueron más desarrolladas y las cabezas fueron más grandes (largas y anchas) y más compactas. Con relación a la protección ambiental, la lenta liberación de N del compost es beneficiosa, las pérdidas de N fueron incluso inferiores a las del control no fertilizado. Sin embargo, se hace énfasis en que a pesar de su baja relación C/N, el N liberado por el compost no fue suficiente para una producción económica de hortalizas. Los resultados indican que los horticultores que quieran cambiar a una producción orgánica, deberían estar muy atentos a la capacidad de mineralización del N de los fertilizantes orgánicos usados.

Tei *et al.*, (1999), señalaron que la fertilización nitrogenada es crucial para asegurar buen rendimiento y calidad de productos hortícolas mercadeables; pero que, debido a los bajos costos de los fertilizantes al comparárseles con los precios de los productos cosechados, ha habido una tendencia a la excesiva aplicación de fertilizantes nitrogenados, la cual muchas veces sobrepasa la demanda real del cultivo. Esto ha conducido a los científicos y público en general a preocuparse por la contaminación y sus consecuencias. El conocimiento de la demanda de N durante el ciclo de crecimiento, la recuperación aparente de fertilizante

nitrogenado por parte del cultivo y la cantidad de N en sus residuos y los dejados en el suelo, a la cosecha, suministran información útil para hacer óptima la rata y tiempo de aplicación del N y ayudan a reducir los riesgos de la contaminación del ambiente. En lechuga, el rendimiento máximo se alcanzó con dosis entre 158 y 167 Kg de N.ha⁻¹, para esas cantidades de fertilizante la absorción estimada de N se situó entre 121 y 136 Kg.ha⁻¹. El N dejado en el suelo al final del ciclo del cultivo se estimó entre 90 y 101 Kg.ha⁻¹. La rata de absorción de N durante la fase lineal de crecimiento fue similar en los dos años del estudio y promedió 4,2 y 4,5 Kg . ha⁻¹ d⁻¹ para las dos variedades probadas.

Los datos técnicos disponibles para recomendaciones de fertilizantes en cultivos orgánicos de hortalizas son todavía escasos. Una aplicación anual de 50 t . ha⁻¹, de estiércol, equivalente a 1,4 t.ha⁻¹ de materia orgánica seca, se recomienda sólo para el sustento de la biomasa del suelo, necesitándose cantidades adicionales para suplir las cantidades de N y K requeridas por las plantas de cultivo (Voogt, 1999).

Neeteson *et al.*, (1999), apuntaron que no todo el N absorbido por los cultivos, termina en el producto cosechado. En coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), sólo alrededor del 50% es removido del suelo con la cosecha, el resto permanece en el campo, en los residuos. En repollo, los residuos de cosecha contienen cerca de 150 Kg de N.ha⁻¹, el N proveniente de la descomposición del material vegetal puede percolar y contaminar el agua del suelo. La descomposición de los residuos depende de su relación C/N, y la liberación del N es mayor y más rápida a medida que la C/N es menor. Hojas de repollo con una relación C/N de 18 liberó N lentamente, y materiales vegetales con relación C/N= 42, incluso inmovilizaron N al comienzo del proceso de descomposición.

Se ha pregonado que un sistema de agricultura sostenible, se espera que sea económicamente

viable, provea alimentos nutritivos y sanos, y, conserve o mejore el ambiente. Las leguminosas y los fertilizantes nitrogenados, usados de una manera racional, aumentan la producción de los cultivos, proveen alimentos de calidad, aumentan las ganancias netas, reducen los riesgos de pérdidas monetarias, mejoran la calidad de los suelos y reducen las pérdidas de N por lixiviación y por gasificación. La clave para el manejo sostenible del N es sincronizar su suplencia con las necesidades del cultivo. Por otra parte, las comunidades de la mayoría de los ecosistemas de las zonas templadas, están más ganadas a adoptar técnicas de manejo de los cultivos que promuevan sostenibilidad. En contraste, la mayoría de los productores en el trópico, practican agricultura de subsistencia, y por tanto, su meta inmediata es la supervivencia económica y no la preservación del ambiente (Rosenfeld, 1999).

Kolota y Biesiada (1999), acotaron que los rendimientos de lechuga y repollo en las parcelas suplidas con 30 a 60 t.ha⁻¹, de compost de desechos sólidos municipales (DSM) fueron significativamente más bajos al compararse con las fertilizadas con elementos minerales solamente; significando que tales dosis de compost, no aportaron suficiente nitrógeno para dichas hortalizas. El método más favorable para la fertilización a campo abierto, fue aquel que suministró 30 t.ha⁻¹ de compost más una fertilización suplementaria de 70 Kg de N.ha⁻¹ para lechuga y de 180 Kg de N.ha⁻¹ para repollo. Sin fertilización química de N, incluso dosis muy elevadas de compost no suministraron suficientes nutrimentos para la obtención de altos rendimientos de los cultivos.

Las prácticas de agricultura sostenible persiguen reducir los insumos químicos al suelo, manteniendo rendimientos rentables. Retomar residuos de cosechas o adicionar compost al suelo es una técnica para reducir los insumos químicos. Sin embargo, proporcionar compost en dosis de enmienda para satisfacer los requerimientos de N de los cultivos

puede no ser práctico. El análisis del compost revela bajo poder fertilizante con contenidos de N Y P cercanos al 1% de cada uno y una tasa de mineralización próxima al 10%. La mineralización de macronutrientes en el compost es generalmente baja debido a que su relación C/N final es superior a 10 (Sikora, 1998).

La contaminación del agua del suelo con nitratos provenientes de los fertilizantes ha sido reconocida como una consecuencia ambientalmente seria, en áreas de agricultura intensiva, en muchas partes del mundo. Según Harts *et al.*, (2000), el problema es particularmente severo en lugares como los valles costeros de California Central EE.UU., donde actualmente, muchos pozos de agua exceden los umbrales permitidos por la Agencia de Protección Ambiental (E.P.A.) para el agua potable (10 mg. l⁻¹ de No₃ - N), con el agravante de que en esos campos, se producen dos a tres cosechas al año, con riegos frecuentes y suministros de N muy por encima de las cantidades removidas por los cultivos. El alto valor de las hortalizas y los rigurosos estándares del mercado, en cuanto a tamaño y calidad de los productos, hacen económicamente riesgoso para los productores, usar niveles marginales de fertilizantes nitrogenados. En campos dedicados al cultivo de la lechuga los niveles de nitrógeno nítrico en el suelo varían entre 19 y 47 mg. Kg⁻¹. Los productores suministran un promedio de 170 Kg de N.ha⁻¹ en unas tres aplicaciones en bandas y 50 Kg .ha⁻¹ antes de plantar o en el agua de riego, con una aplicación media de 220 Kg .ha⁻¹. La eliminación de una a dos aplicaciones en bandas no tuvo efecto sobre los rendimientos de lechuga comercial (0,9 – 1,1 Kg . planta⁻¹), ni en el color de sus hojas.

Bajo condiciones de sequía moderada en Himachal Pradesch, India, Sharma y Arya (2001), determinaron que el rendimiento de cabezas comerciales de repollo, aumentó con los incrementos en los niveles de N hasta 160 Kg . ha⁻¹ al compararse con el control; sin embargo, la diferencia entre las

dosis de 120 y 160 Kg . ha⁻¹ no fue significativa. La aplicación de 20 t . ha⁻¹ de estiércol aumentó significativamente los rendimientos en comparación con el testigo sin estiércol. Concluyen infiriendo que un suministro de (120 Kg de N + 20 t de estiércol).ha⁻¹ es óptimo para lograr los más altos rendimientos de repollo bajo las condiciones del estudio. En Holanda, Everaarts y Moel (1998) y Everaarts y Booiij (2000), estudiaron el efecto de la cantidad de N el método de aplicación sobre el rendimiento y calidad del repollo y consiguieron que el cultivo puede absorber alrededor de 400 Kg de N.ha⁻¹, y que independientemente de la cantidad de nitrógeno aplicado y del método de aplicación, alrededor del 60% del N absorbido es removido del campo con la cosecha del producto comercial (cabezas > 0,650 Kg). Con el suministro de la cantidad óptima de N: 330 Kg . ha⁻¹ – 1,5 x cantidad de nitrógeno mineral en Kg . ha⁻¹ presente en una capa de suelo de 0 a 60 cm, al trasplante (330 – 1,5 Nmin, 0 – 60 cm en Kg . ha⁻¹), un estimado de 113 Kg de N.ha⁻¹ permanecen en el campo con los residuos del cultivo a la cosecha. Esta cantidad de N constituye la mayor fuente individual de pérdida potencial de N del sistema cultivo-suelo.

En la misma localidad del presente estudio, Añez y Tavira (1986-1988), determinaron que el repollo no respondió al suministro de fósforo ni de potasio; los contenidos promedios del suelo (23 ppm de P Olsen y 113 ppm de K disponible) fueron suficiente para satisfacer los requerimientos del cultivo. El estiércol tuvo efectos positivos sobre los rendimientos; sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre aplicaciones de 10 y 20 t . ha⁻¹. El cultivo respondió al N cuando no se aplicó estiércol al suelo, no hubo diferencias significativas entre 100, 125 y 150 Kg . ha⁻¹. Cuando se incorporó estiércol al suelo, el repollo no respondió a dosis hasta 225 Kg de N.ha⁻¹.

La inclinación de los productores a aplicar grandes cantidades de fertilizantes químicos, es-

pecialmente nitrogenados, para asegurar altos rendimientos de productos hortícolas de buena calidad, es una iniciativa que puede ser sana desde una perspectiva económica, pero no desde el punto de vista ambiental; pues a menudo, cantidades de nitrógeno y fósforo permanecen en el suelo después de las cosechas, pudiendo afectar la calidad del agua, mediante la percolación y escorrentía de nitratos y fosfatos y la calidad del aire por emisión e óxido nitroso (Añez y Espinoza, 2001), situación que nos animó a emprender este estudio, cuyos objetivos fueron: 1. Determinar la cantidad de abono orgánico que con fertilización química y sin ella, es necesario suministrar a la lechuga y al repollo para lograr cosechas económicamente atractivas, y 2. Evaluar la posibilidad de obtener buenas cosechas con sólo el empleo de abonos orgánicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la estación experimental Santa Rosa, del I.I.A.P.- U.L.A., Mérida, Venezuela (08° 35' 30" N, 71° 08' 30" W), altitud 1940 msnm, la precipitación y evaporación totales y la temperatura media durante el ciclo (trasplante-cosecha) de la lechuga entre el 17-05-2000 y 19-07-2000 y del repollo desde el 23-03-2001 hasta el 13-06-2001, fueron: 152,4 mm, 225,76 mm, 18,06° y 286,98 mm, 525,74 mm y 18,08 °C, respectivamente. El suelo fue clasificado según el Soil Taxonomy (1975), como Humitropept típico, las características principales, determinadas de muestras compuestas del horizonte superficial (0,0–0,2 m) se señalan en el cuadro 1.

En el estudio se usó una población de 83.333 plantas.ha⁻¹ (0,4m entre hileras y 0,3m entre plantas dentro de las hileras) de la variedad "Great lakes 659 MT" para lechuga y de 50.000 plantas.ha⁻¹ (0,5 m x 0,4 m) del híbrido "Izalco" para repollo. La preparación del suelo se hizo con tractor, las parcelas se emparejaron y se terminaron de acondicionar con escardilla. El abono orgánico (humus

Cuadro 1. Análisis de suelo de los sitios de los ensayos. a. Lechuga. b. Repollo

	Clase Textural	pH 1:2	C.O. %	N.Total %	C/N	P.Olsen ppm	K.Aprov. me/100g	Mg.Aprov. me/100g	Ca.Aprov. me/100g
a	Fa	5,33	4,97	0,25	19,9	74	1,02	0,49	4,45
b	Fa	4,61	4,82	0,26	19,0	50	0,46	0,56	5,14

de lombriz) cuya composición determinada mediante análisis de laboratorio fue; pH: 6,24; carbón orgánico: 20,8%; N. total: 1,12%; C/N: 18,6; P. soluble: 84 ppm; K. soluble: 5000 ppm; Mg soluble: 1555 ppm y Ca soluble: 388 ppm, fue esparcido e incorporado al suelo antes del transplante. La siembra se efectuó el 07-04-00, la lechuga y el 14-02-01, el repollo, en semilleros de 10 m², previamente desinfectados con Basamid (Dazomet 98%) a razón de 40 g . m⁻². El transplante se cumplió los días 17-05-00 y 22-03-01, para lechuga y repollo, respectivamente, sobre parcelas individuales de 2,4 m² y 4,0 m². Donde se establecieron cuatro hileras de lechuga de 1,5 m de largo cada una, en las primeras, y cuatro hileras de repollo de 2,0 m de largo, en las segundas.

Se usó el diseño experimental de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones para lechuga y tres repeticiones para repollo. Los tratamientos fueron los siguientes:

Para las parcelas principales (dosis de humus de lombriz -E-), en ambos cultivos.

- E₀. 0 t.ha⁻¹ de humus de lombriz (sin aplicación)
- E₁. 5 t.ha⁻¹ de humus de lombriz
- E₂. 10 t.ha⁻¹ de humus de lombriz
- E₃. 15 t.ha⁻¹ de humus de lombriz
- E₄. 20 t.ha⁻¹ de humus de lombriz

Para las subparcelas (niveles de fertilizantes químicos -Q-), en lechuga

Q₀. sin fertilización química

Q₁. (38 Kg de N + 15 Kg de P₂O₅ + 30 Kg de K₂O). ha⁻¹

Q₂. (76 Kg de N + 30 Kg de P₂O₅ + 60 Kg de K₂O). ha⁻¹

Q₃. (114 Kg de N + 45Kg de P₂O₅ + 90 Kg de K₂O). ha⁻¹

Q₄. Fertilizante líquido "Jorape" *, diluido 1:9 (v/v) en agua, se aplicaron 20 cc por planta, cada semana por cuatro semanas seguidas.

Para las subparcelas (dosis de fertilizantes químicos -Q-), en repollo

Q₀. sin fertilización química

Q₁. (50 Kg de N + 20 Kg de P₂O₅ + 40 Kg de K₂O). ha⁻¹

Q₂. (100 Kg de N + 40 Kg de P₂O₅ + 80 Kg de K₂O). ha⁻¹

Q₃. (150 Kg de N + 60 Kg de P₂O₅ + 120 Kg de K₂O). ha⁻¹

La fertilización química se realizó el 29-05-00, 12 días después del transplante (DDT) de la lechuga y el 06-04-01, 14 DDT del repollo. El fertilizante se colocó cinco cm al lado y un poco por debajo del nivel del cuello de cada plántula.

Durante el ciclo de los cultivos, se hizo control de malezas con escardilla, se usó riego por aspersión para complementar el aporte de las precipitaciones y suplir los requerimientos hídricos de la lechuga y del repollo, respectivamente. Se mantuvo la protección de los cultivos, mediante aspersiones de fungicidas, y la aplicación de insecticidas

cuando se observó la presencia de algún insecto plaga.

La cosecha de lechuga se efectuó el 19-07-00, sobre un área de 0,24 m² (0,6 m de las dos hileras centrales de cada subparcela); en tanto que, el repollo se cosechó el 13-06-01, sobre un área de 1,0 m² (2,0 m de las dos hileras centrales de cada subparcela). El análisis estadístico se ejecutó con

los tratamientos (cuadros 2 y 3).

La significancia de la fertilización química solamente, refleja que la respuesta de la producción en Kg.planta⁻¹ de la lechuga y del repollo, fue independiente de los niveles de humus de lombriz suministrados. El corto ciclo (transplante-cosecha) de los cultivos, 63 días lechuga y 82 días para repollo; la alta relación C/N tanto del

Cuadro 2. Análisis de variancia de la producción promedio de lechuga, sometida a diferentes niveles de humus de lombriz y de fertilizantes químicos.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	F. CALCULADAS
Subparcelas	99	2,7818	-
Parc. Principales	(19)	(0,4649)	-
Repeticiones	3	0,0304	0,32 NS
H. de lombriz (E)	4	0,0510	0,40 NS
Error (a)	12	0,3835	-
Fert. Quím. (Q)	4	0,3407	3,07 *
E x Q	16	0,3129	0,71 NS
Error (b)	60	1,6633	-
y = 0,6099 Kg.planta ⁻¹ ; NS = No Significativa * Significativa (P < 0,05); Cva = 29,33% ; CVb = 27,28%			

los datos de producción en Kg . planta⁻¹ para ambos cultivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción en Kg.planta⁻¹ de lechuga y de repollo fueron significativamente afectados por

suelo del estudio (19 ó más) como del humus de lombriz usado (18,6); ambiente con temperatura promedio alrededor de 18°C, explican la baja rata de mineralización de los compuestos orgánicos presentes y añadidos al suelo y su poca contribución de la producción de los cultivos. Resultados muy en concordancia con Neeteson **et al.**, (1999) y

* Según su fabricante, contiene sustancias que favorecen el crecimiento de las bacterias del suelo, las cuales proveen a las plantas de elementos esenciales como N, P, K y micronutrientes.

Cuadro 3. Análisis de variancia de la producción promedio de repollo, bajo diferentes niveles de humus de lombriz y de fertilizantes químicos.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	F. CALCULADAS
Repeticiones	2	0,7635	3,54 NS
H. de lombriz (E)	4	0,5699	1,32 NS
Error (a)	8	0,8624	-
Fert. Quím. (Q)	(3)	(3,4990)	26,69 **
Reg. Lineal de Q	(1)	(3,3793)	77,33 **
Reg. Cuad. De Q	(1)	(0,0992)	2,27 NS
Desv. Reg. Cuad. Q	(1)	(0,0205)	0,47 NS
E x Q	12	0,2742	0,52 NS
Error (b)	30	1,3107	-
Total	59	7,2797	-
y = 1,0647 Kg.planta ⁻¹ ; NS = No Significativa ** Altamente Significativa (P < 0,05); Cva = 30,84% ; CVb = 19,63%			

Sikora (1998). Es sabido que además del suministro de nutrientes, otros son los beneficios que se derivan de la aplicación de compuestos orgánicos al suelo: mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los compuestos orgánicos promueven una forma estabilizada de materia orgánica que aumenta la porosidad total y la estabilidad de los agregados. Tales cambios reducen la densidad aparente y la dureza del suelo, lo cual significa; labranza, germinación y desarrollo radical más fáciles. Aumentan la capacidad de retención de humedad, incrementando el agua disponible en suelos livianos como los del estudio (Añez, 1979; Añez y Espinoza, 2001).

A los fines de ayudar a comprender los resultados de este trabajo, presentamos la producción media en Kg.planta⁻¹ de lechuga bajo los diferentes niveles de humus de lombriz (E) usados: E₂ (0,64)

> E₄ (0,63) > E₃ y E₁ (0,60) > E₀ (0,58). Aunque las cifras no manifestaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas, se nota una tendencia favorable al tratamiento E₂, 10 t.ha⁻¹, cantidad de estiércol que viene siendo recomendada, desde hace mucho tiempo, por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.) para abonar los suelos de la parte alta de los Andes venezolanos (Añez, 1982; Añez y Tavira, 1984).

La prueba de medias de las subparcelas (Q) se presentan en el cuadro 4.

Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de acuerdo con la prueba de Student modificada para probar medias de diferentes clases, Little y Hills (1978).

Los efectos de diferentes dosis de P, K y Mg

Cuadro 4. Valores medios en Kg . planta⁻¹ de lechuga sometida a diferentes Niveles de fertilizantes químicos.

TRATAMIENTOS	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
MEDIAS	0,68 a	0,67 a	0,60 ab	0,55 ab	0,54 b

sobre el rendimiento y la remoción de nutrientes de varias hortalizas y sobre el contenido de nutrientes del suelo, se analizaron en las últimas 19 cosechas de un estudio de fertilización, realizado durante 40 años, en Osnabruck, Alemania; del análisis se concluyó lo siguiente:

1. El efecto del fósforo fue generalmente pequeño. Promediando los tratamientos sin fertilización fosfórica cerca del 90% de los rendimientos máximos alcanzados. La lechuga mostró fuertes respuestas al P; mientras que, las del repollo fueron débiles.

2. Las respuestas al potasio fueron mucho mayores, dando en general, los tratamientos no – fertilizados con K, un promedio de sólo el 74% de los máximos rendimientos. Los efectos del elemento, sobre la lechuga y el repollo fueron débiles (Alt, Ladebuch y Melzer, 1999).

El presente estudio, muestra como la lechuga fue afectada significativamente por las más altas dosis de fertilización química (114 Kg de N + 45 Kg de P₂O₅ + 90 Kg de K₂O) . ha⁻¹ al comparársele con el testigo sin fertilización química, no hubo diferencias significativas con las menores dosis de fertilizantes químicos usadas (cuadro 4). Conocida la poca respuesta de la lechuga al K, su incremento de producción fue reflejo del aumento de las dosis de nitrógeno suministradas; aceptación hecha de que, los niveles de P en el suelo del estudio (74 ppm – Olsen -) fueron suficientes para satisfacer los requerimientos del cultivo; en un todo de acuerdo, con los resultados de Añez y Tavira (1984) y Kolota y Biesadia (1999).

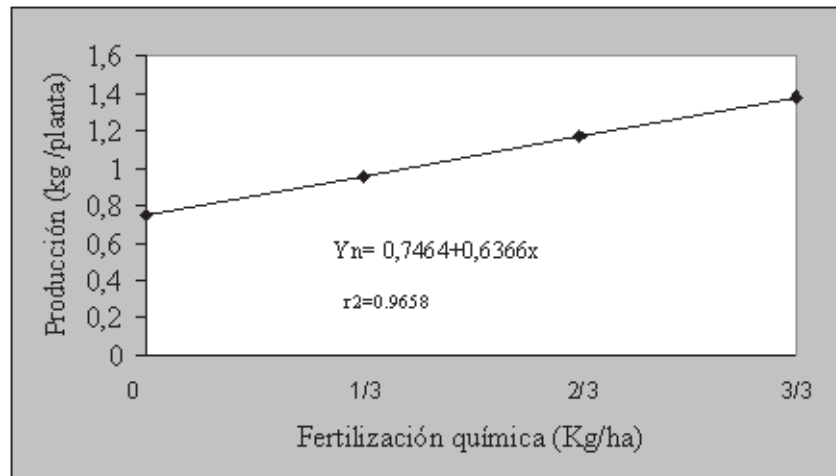
En cuanto al “Jorape” (Q₄), tratamiento ante el cual,

la lechuga respondió en forma similar a aquella dada, ante la mayor dosis de fertilizante químico suministrado (Q₃). Este fertilizante líquido que de acuerdo con su fabricante, contiene sustancias que favorecen la multiplicación de las bacterias del suelo, afectó positivamente la producción del cultivo, entrando en sintonía con Miller *et al.*, (1965); quienes postularon que, prácticamente todos los elementos minerales relacionados con el crecimiento de las plantas superiores, en forma de nutrientes o como “estimulantes”, están sujetos en una forma u otra, a la acción de los microorganismos del suelo.

La ecuación de regresión lineal, permitió determinar con un 96,58% de fidelidad, la variación provocada en los pesos de las cabezas de repollo por cada unidad de cambio ocurrida en las dosis del fertilizante químico aplicado (figura 1). El incremento sostenido de la producción de repollo, a medida que aumentaron las dosis de fertilizante químico hasta (150 Kg de N + 60 Kg de P₂O₅ + 120 Kg de K₂O) . ha⁻¹, unido a la débil respuesta del cultivo a la fertilización fosfórica y potásica (Añez y Tavira, 1986-1988; Alt *et al.*, 1999), nos conduce a convenir con Everaarts y Moel (1998) y con Everaarts y Booij (2000), en cuanto a que, el cultivo de repollo puede absorber alrededor de 400 Kg de N. ha⁻¹ y con Kolota y Biesiada (1999), quienes abogan por una fertilización consistente de 30 t.ha⁻¹ de compost más un suplemento de 180 Kg de N.ha⁻¹.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, dentro de los límites y condiciones del estudio, enriquecidos por la literatura consultada, se puede concluir lo siguiente:

Fig 1. Producción promedio de repollo bajo diferentes niveles de fertilización química. Dosis máxima : 150 kg de N + 60 Kg de P₂O₅ +120 kg de K₂O

1. Las respuestas de la lechuga y del repollo a la fertilización química, fueron independientes a los niveles de humus de lombriz usados.
2. Es deseable para las condiciones andinas aplicar e incorporar al suelo 10 t.ha⁻¹ de estiércol bien curado, compost o humus de lombriz, un mes antes del transplante de la lechuga y del repollo.
3. Para suelos con niveles de fósforo y de potasio como los del estudio, usar una fertilización complementaria de 100 kg de N . ha⁻¹ para lechuga y de 150 Kg de N . ha⁻¹ para repollo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALT, D., H. LADEBUSCH, and O. MELZER. 1999.** Long term trial with increasing amounts of phosphorus, potassium and magnesium applied to vegetable crops. *Acta Horticulturae*, 506: 29-36.
- AÑEZ, B. 1979.** La aplicación de estiércol en los Andes. I.I.A.P., - U.L.A., Mérida, Venezuela. 14 p.
- AÑEZ, B. 1982.** Problemática de las hortalizas en la región de los Andes. I Seminario Nacional de Horticultura, 10-12 de Febrero. Barquisimeto, Venezuela. 18 p.
- AÑEZ, B., y W. ESPINOZA. 2001.** Fertilización química y orgánica ¿efectos interactivos o independientes sobre la producción de zanahoria?. I.I.A.P. – U.L.A., Mérida, Venezuela. 12 p.
- AÑEZ, B., y E. TAVIRA. 1984.** Aplicación de N y de estiércol en la lechuga (*Lactuca sativa*. L.). Turrialba, 34 (4): 527-530.
- AÑEZ, B., y E. TAVIRA. (1986-1988).** Efectos de la fertilización química y orgánica en los rendimientos del repollo. *Agricultura Andina*, 3:57-81.
- EVERAARTS, A.P., and C.P. DE MOEL. 1998.** The effect of nitrogen and the method of application on yield and quality of white cabbage. *European Journal of Agronomy*, 9: 203-211.
- EVERAARTS, A.P., and R. BOOIJ. 2000.** The effect of nitrogen application on nitrogen utilization by white cabbage (*Bassica aleracea* var. *capitata*) and on nitrogen in the soil at harvest. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(6): 705-712.
- HARTS, T.K., W.E., BENDIXEN, and L. WIERDSMA. 2000.** The value of presidedress soil nitrate testing as a nitrogen management tool in irrigated vegetable production. *HortScience*, 35 (4): 651-656.
- JAKSE, M., and R. MIHELIC. 1999.** The influence of organic and mineral fertilisation on vegetable growth and N availability in soil: Preliminary results. *Acta Horticulturae*, 506: 69-75.

- KOLOTA, E., and A. BIESIADA. 1999.** Suitability of municipal solid waste compost at different stages of maturity in vegetable crops production. *Acta Horticulturae*, 506: 187-192.
- LITTLE, T.M., and F.J. HILLS. 1978.** Agricultural experimentation. Design and analysis. John Wiley and Sons, New York, 350p.
- MILLAR, C.E., L.M. TURK, and H.D. FOTH. 1965.** Fundamentals of soil science. Fourth edition. John Wiley and Sons, Inc. New York, 489p.
- NEETESON, J.J., R. BOOIJ, and A.P. WHITMORE. 1999.** A review on sustainable nitrogen management in intensive production systems. *Acta Horticulturae*, 506: 17-26.
- ROSENFELD, H.J. 1999.** Quality improvement of vegetables by cultural practices. A literature review. *Acta Horticulturae*, 483: 57-67.
- SHARMA, K.C., and P.S. ARYA. 2001.** Effect of nitrogen and farmyard manure on cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) in dry temperate zone of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 71(1): 60-61.
- SIKORA, L.J. 1998.** Nitrogen availability from compost and blends of compost and fertilizers. *Acta Horticulturae*, 469: 343-351.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975.** Soil taxonomy. Agric. handbook 436, SCS, USDA, 754 p.
- TEI, F., P. BENINCASA, and M. GUIDUCCI. 1999.** Nitrogen fertilization of lettuce, processing tomato and sweet pepper: yield, nitrogen uptake and the risk of nitrate leaching. *Acta Horticulturae*, 506: 61-67.
- VOOGT, W. 1999.** Water and mineral balances of organically grown vegetables under glass. *Acta Horticulturae*, 506: 51-57.