

Fortalecimiento de la producción de papa y su transición ecológica con el uso de fertilización orgánica

Strengthening potato production and ecological transition using organic fertilization

H. Ramírez-Guerrero y C. Meza-Figueroa

Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Código postal 400, Cabudare, estado Lara, Venezuela.

Resumen

La degradación e impacto ambiental, producto de la aplicación de una agricultura mineral convencional, hace necesario la conversión hacia una horticultura sustentable. Con el objetivo de estudiar el efecto de las enmiendas: compost de pollo (CP), vermicompost bovino (VB) y porcino (VC); sobre el suelo, crecimiento desarrollo y nutrición de papa (*Solanum tuberosum* L., variedad Atlantic) se realizó un experimento con un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los resultados demuestran que el CP y VB mejoraron el peso de flores y estolones, así mismo, se obtuvieron valores más altos de fósforo y calcio, mientras que el contenido de magnesio en el suelo aumentó con el uso de VC.

Palabras clave: reciclaje, rendimiento, hortalizas, fertilización integrada, Aurora tropical.

Abstract

The degradation and environmental impact resulting from the application of conventional agriculture, requires conversion to sustainable horticulture. In order to study the effect of the amendments: chicken manure compost (CP), bovine vermicompost (VB) and pigs vermicompost (VC) on soil and growth, development and nutrition of potato (*Solanum tuberosum* L. variety Atlantic) an experiment was performed with block design with four randomized treatments and five repetitions. The results show that the CP and VB improved flowers and stolons weight, also obtained higher values of phosphorus and calcium, while the magnesium content in the soil increased with the use of VC.

Key words: recycling, vegetables, integrated fertilization, tropical Aurora.

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un rubro líder del sistema alimentario mundial, ya que es la hortaliza número uno, con una producción que alcanza una cifra sin precedentes de 325 millones de toneladas en el año 2007 (FAO, 2009), donde más de la mitad de la cosecha se produce en países tropicales en vías de desarrollo. El aumento en la producción a nivel mundial obedece principalmente a la transformación a cultivo industrial. Dado este escenario, la papa, precisa de una producción sustentable a través del uso eficiente e integrado de las tecnologías locales y modernas. Sin embargo, en la mayoría de los países en vías de desarrollo, la producción de papa continúa siendo bajo el sistema convencional con elevado uso de insumos, especialmente de fertilizantes sintéticos donde el alto consumo, uso irracional y dependencia es común en nuestros productores.

En la búsqueda de la sustentabilidad y la producción de calidad, los agricultores están comprometidos con el uso de insumos amigables; en ese sentido, se cuenta con diversos insumos que son de uso pertinente, pero que antes necesitan ser evaluados en las condiciones del país. Entre ellos se encuentran las enmiendas como los compost, vermicompost y otros fertilizantes orgánicos, que existen en el mercado en una amplia gama de presentaciones; no obstante, su utilización y eficiencia han sido ampliamente cuestionadas y pocas confirmadas bajo condiciones de campo; sin embargo, investigadores han señalado que los dos pilares responsables

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most important food product worldwide since it is the number one vegetable with a production that reaches an amount of 325 millions of tons in 2007 (FAO, 2009), where most of the half of the harvest is produced in tropical developing countries. The increment in the production worldwide mainly obeys to the transformation towards an industrial crop. Therefore, potato requires a sustainable production with an efficient and integrated use of local and modern technologies. However, in most of the developing countries, the potato production continues under the conventional system with elevated use of products especially synthetic fertilizers where the high consumption, irrational use and dependence are common among the producers.

Looking for the sustainability and quality production, the producers are committed to use of friendly products; on this sense, there are different products which are appropriate but which must be evaluated under the country conditions. Among these are amendments such as compost, vermicompost and other organic fertilizers, which exist in the market in a wide range of presentations; nevertheless, their use and efficiency have been questioned and there is little knowledge under field conditions; however, researchers have mentioned that the two main foundations responsible of converting the sustainable agriculture is the

para la conversión a la agricultura sostenible han sido el mejoramiento en el manejo ecológico de la fertilidad del suelo y del hábitat, así como de su diversificación (Altieri y Nicholls, 2007), para ello el uso de enmiendas orgánicas se considera una condición fundamental.

En ese sentido, surge la necesidad de evaluar el uso de diferentes enmiendas orgánicas y su efecto sobre el crecimiento, desarrollo, nutrición del cultivo de papa y sobre la fertilidad del suelo en búsqueda del promover la transición hacia una agricultura ecológica y sostenible.

Materiales y métodos

La investigación consistió en evaluar tres fertilizantes orgánicos compostados comerciales y su efecto en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Los tratamientos evaluados fueron compost de estiércol de pollo (CP) (Fertipollo, Fertiliza de Venezuela C.A.), vermicompost de estiércol de cerdo (VC) (Evergreen C.A.) y vermicompost bovino (VB) (Vida C.A.) y el respectivo testigo (sin compost o vermicompost). La dosis de los fertilizantes orgánicos fue de 5.000 kg.ha⁻¹.

El ensayo se estableció en una siembra comercial de papa en la Finca El Danubio en Duaca, estado Lara (10°17' LN, 69°10' LO y 566 msnm). La variedad de papa utilizada fue Atlantic (Fritolay, USA.). El mismo se condujo bajo un diseño de experimento en bloques al azar con cuatro tratamientos (tres abonos orgánicos y el testigo) y cinco repeticiones para un total de 20 unidades experimentales (UE).

improvement in the ecologic handling of soil fertility and the habitat, as well as its diversification (Altieri and Nicholls, 2007), thus the use of organic amendments is considered a vital condition.

On this matter, there is the need of evaluating the different organic amendments and their effects on the growth, development, nutrition of the potato crop and the soil fertility with the aim of promoting the transition towards an ecological and sustainable agriculture.

Materials and methods

The research consisted on evaluating three organic composted commercial fertilizers and their effects on the growth, development and crop production. The evaluated treatments were: chicken manure compost (CC) (Fertipollo, Fertiliza de Venezuela C.A.), pig vermicompost (PC) (Evergreen C.A.) and bovine vermicompost (BV) (Vida C.A) and the corresponding witness (without compost or vermicompost). The dose of organic fertilizers was of 5.000 kg.h⁻¹.

The trial was established at a commercial potato crop at the farm "El Danubio" in Duaca, Lara state (10°17' NL, 69°10' WL and 566 masl). The variety of potato used was Atlantic (Fritolay, USA). It was carried out using split plot randomized design with four treatments (three organic manures and the witness) and five replications for a total of 20 experimental units (EU).

The treatments were applied manually in the sow furrow where later were added the entire tubers of

Los tratamientos fueron aplicados de manera manual en el surco de siembra en los que posteriormente se colocó tubérculos enteros de una biomasa aproximada de 100 g cada uno, a una densidad de 50.000 tubérculos.ha⁻¹ (0,25 x 0,90 m), y un área experimental de 2.500 m² (25 x 100 m).

Luego de la siembra y tapado de los tubérculos, las prácticas culturales (riego, control de plagas, malezas y enfermedades) fueron realizadas bajo el manejo convencional y técnico del productor. Se realizó un plan de fertilización (fertirrigación) orgánica, con el uso diario de siete fertilizantes orgánicos líquidos (Melagro 40, HVR 15, Makron, Gold 12, Vida, Organifol Gel y CarboVit) (intercalados uno por día), con la intención de proporcionar compuestos bioestimulantes de origen natural como ácidos húmicos y fulvicos, enzimas, extractos de algas marinas, hormonas como auxinas, citoquininas y otros reguladores de crecimiento. Las dosis aplicadas fueron las indicadas por las industrias de manufactura con los cuales los aportes de nutrientes esenciales fueron muy bajos debido a la baja concentración de estos nutrientes en los productos.

Se efectuaron seis muestreos no destructivos en cada una de las UE a los 26, 33, 40, 47, 60 y 75 días después de la siembra (dds) para los respectivos análisis de crecimiento y desarrollo donde se evaluó el número de hojas (NH) y la altura de plantas (AP) en tres plantas marcadas por UE. A los 47 y 75 dds fueron realizados dos muestreos destructivos de tres plantas por UE. A estas plantas se les separó flores y estolones, y se tomó su biomasa fresca y seca. Para la cose-

an approximate biomass of 100g each, at a density of 50.000 tubers.h⁻¹ (0.25 x 0.90 m) and an experimental area of 2.500 m² (25 x 100 m).

After sowing the tubers, the cultural practices (irrigation, pest, weed and disease control) were carried out under conventional and technical handling of the producer. An organic fertilization plan (ferti-irrigation) was done, daily using seven liquid organic fertilizers (Melagro 40, HVR 15, Makron, Gold 12, Vida, Organifol Gel and CarboVit) (applied one daily) with the aim of providing natural biostimulating compounds such as humic and fulvic acids, enzymes, extracts of seaweed, hormones such as auxins, cytokinins and other growing regulators. The doses applied were the indicated by the manufactured industries, and the provision of essential nutrients was very low due to the low concentrations of these nutrients in the products.

Six non destructive samples were performed on each of the EU 26, 33, 40, 47, 60 and 75 days after the sow (dds) for their corresponding growing and development analysis where the number of leaves evaluated (NL) and the height of the plant (HP) in three plants marked per EU. At 47 and 75 dds two destructive samples were done on three plants per EU. The flowers and stolons were separated from these plants, and the fresh and dry biomass was taken. For the harvest (75 dds) the 10-meter tubers were selected from each EU, it must be said that the harvest lasted 15 days product of a pest attack especially of aphids and "mosca blanca" that affected the crop.

cha (75 dds) se tomaron los tubérculos de 10 metros lineales del centro de cada UE, cabe destacar que la cosecha se realizó 15 días antes debido a un fuerte ataque de plagas principalmente afidos y mosca blanca que afectó al cultivo.

En cada UE, se realizó un muestreo de tejido foliar a los 65 dds para determinar contenido de N, P, K, Ca, Mg y S, simultáneamente se realizó el muestreo de suelo (0-20 cm), estas muestras fueron analizadas en el laboratorio Edafofinca C.A.

Las variables estudiadas fueron examinadas por análisis de varianza (ANOVA). Sus diferencias fueron comparadas por prueba de medias de rango múltiple de Duncan a una probabilidad menor al 5%. Todos los datos fueron analizados usando el programa estadístico SAS.

Resultados y discusión

Crecimiento y rendimiento

Los diferentes compost no afectaron significativamente el crecimiento de las plantas de papa en lo referente la altura y el número de hojas (figuras 1A y 1B). En ambas variables se observó un crecimiento continuo hasta los 60 dds, de allí en adelante los valores de altura y NH decrecieron debido a que la planta entró en senescencia. Arias y Arnaude de Chacón (2010) reportaron mayor crecimiento con el uso de CP atribuyendo esta respuesta al alto contenido de nitrógeno que presentó este fertilizante orgánico; sin embargo, en este ensayo el CP no se mostró superior al resto de los compost evaluados.

On each EU, a sample of foliar tissue was performed within 65 dds to determine the content of N, P, K, Ca, Mg and S, at the same time the soil sample was done (0-20 cm), these samples were taken to the Edafofinca C.A laboratory.

The studied variables were examined using the variance analysis (ANOVA). The differences were compared to Duncan mean rank test at a probability lower than 5%. All the data was analyzed using the statistical software SAS.

Results and discussion

Growth and yield

The different compost did not have any significant effect on the growth of potato plants regarding the height and the number of leaves (figures 1A and 1B). In both variables, it was observed the continuous growth until 60 dds, from then on height values and NL decreased due to the plant entered into senescence. Arias and Arnaude de Chacón (2010) reported higher growth using CC, attributing this behavior to the high nitrogen content presented in the organic fertilizer; however, in the current research CC was not superior to the rest of the evaluated compost.

Referring the fresh biomass of the flowers (FBF) there was not any significant difference among the treatments, meanwhile, the dry biomass of the flowers (DBF) was significantly higher in BV, followed by treatments CC and PC which did not show any significant difference in between; however, these were higher than the witness (table 1). On this

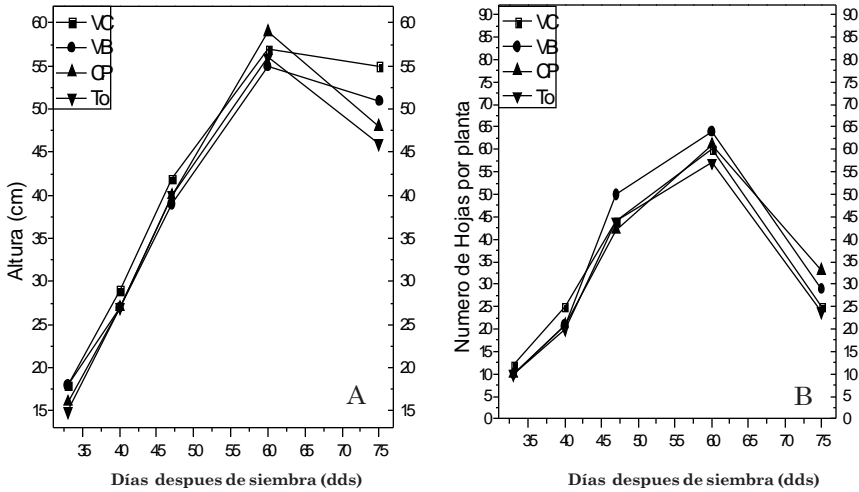


Figura 1A y 1B. Efecto de tres tipos de compost sobre la altura y número de hojas de plantas de papa var. Atlantic.

Figure 1 A and 1B. Effect of three types of compost on the height and number of leaves of potato plant var. Atlantic.

En lo referente a la biomasa fresca de flores (BFF) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que la biomasa seca de flores (BSF) fue significativamente superior en VB, seguido por los tratamientos CP y VC los cuales no mostraron diferencias significativas entre sí; sin embargo, fueron superiores al testigo (cuadro 1). Al respecto, Gajalakshmi y Abbasi (2002), reportaron una mayor BSF como respuesta cuando evaluaron enmiendas orgánicas (compost y vermicompost) en varias hortalizas, observando un incremento más pronunciado en las plantas tratadas con vermicompost.

La biomasa fresca de estolones (BFE) no mostró diferencias significativas, mientras que en la biomasa seca de estolones (BSE) se encontró diferencias significativas siendo VB su-

sense, Gajalakshmi and Abbasi (2002), reported a higher DBF as a response when evaluating organic amendments (compost and vermicompost) in different vegetables, observing a more marked increment in plants treated with vermicompost.

The fresh biomass of stolons (FBS) did not show significant differences, meanwhile the dry biomass of stolons (DBS) showed significant differences being BV higher to the rest of the treatments, followed by CC, PC and the corresponding control T0 without compost or vermicompost (table 1). The stolon growing, the induction of the tuber, and the tuberization have been reported as key development events in potato plants by being the formers of the product. These processes are generally regulated by the phyto-

Cuadro 1. Efecto de tres tipos de compost comerciales sobre la biomasa fresca y seca de flores (BFF y BSF), biomasa fresca y seca de estolones (BFE y BSE) y rendimiento de plantas de papa var. Atlantic a los 47 días después de la siembra expresado en gramos.

Table 1. Effect of three types of commercial compost on the fresh and dry biomass of flowers (FBF and DBF), fresh and dry biomass of stolons (FBS and DBS) and yield of potato plants var. Atlantic 47 days after the sow.

Tratamientos	BFF	BSF	BFE	BSE	Rendimiento (tn.ha ⁻¹)
VC	5,98	3,12 ^{ab}	3,76	2,84 ^{bc}	12,091
VB	5,28	3,36 ^a	4,02	3,40 ^a	13,158
CP	5,60	3,10 ^{ab}	3,92	3,00 ^{ab}	12,523
T0	3,68	2,78 ^b	3,10	2,52 ^c	12,320
Significancia	ns	*	ns	**	ns
Promedio	5,14	3,09	3,70	2,94	12,523
CV (%)	28,00	10,39	19,11	14,94	26

Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 . VC: Vermicompost de estiércol de cerdo (Evergreen C.A.), VB: Vermicompost de estiércol de bovino (VIDA C.A), CP: Compost de estiércol de pollo (Fertipollo. Fertiliza de Venezuela C.A.), T0: cero compost o vermicompost, ns: no significativo, PFF: peso fresco de la flores, PSF: peso seco de las flores, CV: coeficiente de variación y dds: días después de siembra.

perior al resto de los tratamientos, seguido por CP, VC y el respectivo control T0 sin compost o vermicompost (cuadro 1). El crecimiento del estolón, la inducción del tubérculo y la tuberización han sido señalados como eventos de desarrollo claves en las plantas de papa, por ser los formadores del producto a cosechar. Estos procesos generalmente son regulados por las fitohormonas, especialmente la citoquinina (Vreugdenhil, 2004), de allí que el incremento significativo sobre la BSE por parte de los VC y VB pudiese ser atribuido a los contenidos de hormonas promotoras del crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas,

especial cytokines (Vreugdenhil, 2004), thus the significant growing on DBS of PC and BV might be attributed to the content of growing hormones such as auxins, cytokines and gibberellins, which are mainly secreted by the microorganisms present in the vermicompost (Sinha *et al.*, 2009).

Even though with the differences obtained in the DBS, this was not shown on the crop yield where none significant differences were obtained among the treatments; however, the BV treatment tends to increase the production even more than the rest of the compost. The yields obtained were not the ones expected for the area and

que mayormente son secretadas por los microorganismos presentes en los vermicompost (Sinha *et al.*, 2009).

Aun con las diferencias obtenidas en la BSE, esto no se reflejó en el rendimiento del cultivo donde no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, el tratamiento VB tiende a aumentar más la producción que el resto de los compost. Los rendimientos obtenidos no fueron los esperados para la zona y la variedad 'Atlantic', esto debido a los problemas ocasionados por los afidos y mosca blanca que a su vez fueron consecuencia del retraso en la fecha de siembra por problemas con la importación de la semilla.

Nutrición

En cuanto a la absorción de nutrientes por parte del cultivo, las concentraciones de N, K, Mg y S no fueron afectadas por la aplicación de los diferentes compost (cuadro 2); sin embargo, en el caso del P todos los compost aplicados aumentaron la concentración del elemento en comparación con el T0, mientras que para el Ca los tratamientos con VC y VB promovieron mayor concentración de este nutriente en las plantas, seguidos por CP y T0 (cuadro 2). Según los valores de referencias para interpretación de análisis foliar de Mills y Benton (1996), los valores promedios de Mg fueron bajos, mientras que los nutrientes N, P, Ca y S se ubican dentro del rango de suficiencia.

En el caso del P, Ansari (2008), comparando el efecto de varios vermicompost y estiércoles en la productividad de papa, consiguió los más altos rendimientos en las parcelas tratadas con vermicompost, atribuyendo

the variety "Atlantic", due to the problems caused by the aphids and the "mosca blanca", which at the same time resulted as a consequence in the delay of the starting day of the sow by importing problems of the seed.

Nutrition

Regarding the absorption of nutrients by hands of the crop, the concentrations of N, K, Mg and S were not affected by the application of different compost (table 2); however, in the case of P all the compost applied increased the concentration of the element compared to T0, while for Ca treatments with PC and BV promoted higher concentration of this nutrient in the plants, followed by CC and T0 (table 2). According to the referent levels for interpreting the foliar analysis of Mills and Benton (1996), the average values of Mg were low, while nutrients N, P, Ca and S are on the sufficiency rank.

In the case of P, Ansari (2008) comparing the effect of different vermicompost and manures in the potato productivity, obtained the highest yields in plots treated with vermicompost, attributing this response to the increment on the availability of P by the application of this amendment; however, in the current research in spite of a high absorption of P, this was not known into a significant increment in the crop yield.

Soils

The use of different compost did not affect the concentration of P, K, Ca and carbonates in the soil (table 3). The Mg content was significantly higher when used with PC, followed by CC, while treatment BV presented

Cuadro 2. Efecto de tres tipos de compost comerciales sobre la concentración foliar de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio de plantas de papa var. Atlantic a los 65 días después de la siembra expresado en porcentaje.

Table 2. Effect of three types of commercial compost on the foliar concentration of nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium of potato plants var. Atlantic 65 days after the sow.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	S
VC	3,60	0,45 ^a	4,48	2,61 ^a	0,70	0,42
VB	3,44	0,47 ^a	4,64	2,64 ^a	0,69	0,43
CP	3,10	0,44 ^a	4,38	2,23 ^{ab}	0,79	0,45
T0	3,94	0,35 ^b	3,85	1,82 ^b	0,63	0,38
Significancia	ns	*	ns	*	ns	ns
Promedio	3,53	0,43	4,34	2,33	0,68	0,42
CV (%)	22,51	15,05	16,03	18,75	6,86	11,11

Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 . VC: Vermicompost de estiércol de cerdo (Evergreen C.A.), VB: Vermicompost de estiércol de bovino (VIDA C. A), CP: Compost de estiércol de pollo (Fertipollo. Fertiliza de Venezuela C.A.), T0: cero compost o vermicompost, ns: no significativo, N: nitrógeno foliar, P: fósforo foliar, K: potasio foliar, Ca: Calcio foliar, Mg: magnesio foliar, S: azufre foliar, CV: coeficiente de variación y dds: días después de siembra.

la respuesta al aumento de la disponibilidad de P por la aplicación de esta enmienda; sin embargo, en este ensayo a pesar de la mayor absorción de P, esto no se reflejó en aumento significativos en el rendimiento del cultivo.

Suelos

El uso de los diferentes compost no afectó la concentración de P, K, Ca y carbonatos en el suelo (cuadro 3). El contenido de Mg fue significativamente superior cuando se uso VC, seguido de CP, mientras que el tratamiento VB presentó valores estadísticamente iguales al T0 (cuadro 3). Respecto a las diferencias encontradas en el Mg en el suelo, esto se debe a que los contenidos de Mg en el VC duplicaron el valor con respecto al VB (datos no mostrados).

statistical values equal to T0 (table 3). Regarding the differences found in the Mg of the soil, this is due to the contents of Mg in PC duplicated the value in relation to BV (data not shown).

Conclusions

The organic fertilization with 5.000 kg.h⁻¹ of chicken manure compost (CC), bovine manure vermicompost (BV) and pig vermicompost (PC) did not affect the growth and the yields of potato plants. However, the crop fertilized with BV presented a higher development of the flowers and stolons. On the other hand, all the amendments improved the absorption

Cuadro 3. Efecto de tres tipos de compost comerciales sobre los contenidos de fósforo, potasio, carbonatos, calcio y magnesio en el suelo cultivado con papa var. Atlantic.

Table 3. Effect of three types of commercial compost on the content of phosphorous, potassium, carbonates, calcium and magnesium in the soil cropped with potato var. Atlantic.

Tratamientos	P	K	Carbonatos	Ca	Mg
	mg.kg ⁻¹		%	meq.100g ⁻¹	
VC	196	263	14,12	34,17	2,27 ^a
VB	158	303	13,80	31,46	1,95 ^b
CP	176	403	14,05	29,91	2,03 ^{ab}
T0	166	363	13,95	28,65	1,81 ^b
Significancia	ns	ns	ns	ns	*
Promedio	174	333	13,98	31,05	2,02
CV (%)	14	40	3,61	15,90	11,50

Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 . VC: Vermicompost de estiércol de cerdo (Ever green C.A.), VB: Vermicompost de estiércol de bovino (VIDA C.A), CP: Compost de estiércol de pollo (Fertipollo. Fertiliza de Venezuela C.A.), T0: cero compost o vermicompost, ns: no significativo, CV: coeficiente de variación y dds: días después de siembra.

Conclusiones

La fertilización orgánica con 5.000 kg.ha⁻¹ de los compost de estiércol de aves (CP), vermicompost de estiércol bovino (VB) y porcino (VC) no afectó el crecimiento y los rendimientos de las plantas de papa. Sin embargo, el cultivo fertilizado con VB presentó un mejor desarrollo de las flores y estolones. Por otro lado, todas las enmiendas mejoraron la absorción de P y Ca por parte del cultivo. En el corto periodo evaluado, el suelo fertilizado con VC arrojó una mayor concentración de magnesio. Cada uno de los beneficios generados por las enmiendas orgánicas estudiadas fueron positivamente interrelacionados, comple-

to de P and Ca in the crop. During the short time of evaluation, the soil fertilized with PC presented a higher concentration of magnesium. Each of the benefits generated by the organic amendments studied were positively related, complemented and strengthened by the continuous and diverse organic ferti-irrigation, which improved the health of the soil, crop and environment.

End of english version

mentados y fortalecidos por la continua y diversa fertirrigación orgánica, que en conjunto mejoraron la salud del suelo, cultivo y el ambiente.

Literatura citada

- Altieri, M.A., y C.I. Nicholls. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*. 72(2):203-211.
- Ansari, A.A. 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). *World Journal of Agricultural Sciences* 4(5):554-557.
- Arias, K., y O. Arnaude de Chacón. 2010. Efecto de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa variedad granola. *Agronomía Trop.* 60(1):75-84.
- FAOSTAT. 2009. Estadísticas de producción en línea. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/note/units-htm> (Consultada en Junio 2011).
- Gajalakshmi, S., y S.A. Abbasi. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia*, and on several vegetables. *Bioresource Technology* 85:197-199.
- Mills, H.A. y J.J. Benton. 1996. *Plant Analysis Handbook II. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.* Micro Macro Publishing. Athens, GA. USA. 422 p.
- Sinha, R.K., S. Herat, D. Valani, y K. Chauhan. 2009. The concept of sustainable agriculture: An issue of food safety & security for people, economic prosperity for the farmers & ecological security for the nations. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 5(S):1-55.
- Vreugdenhil, D. 2004. Comparing potato tuberization and sprouting: Opposite phenomena?. *American Journal of Potato Research* 81:275-280.