

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI (*Brassica oleraceae*)

EFFECT OF THE APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS IN PRODUCTION OF BRÓCOLI (*Brassica oleraceae*)

Eduardo Cruz-Tobar⁽¹⁾, Jorge Vega-Chariguamán⁽¹⁾, Alberto Gutiérrez- Albán⁽¹⁾, Martha González-Rivera⁽²⁾, Rubén Saltos-Espín⁽³⁾ Víctor González-Rivera⁽⁴⁾

⁽¹⁾Universidad Técnica de Ambato. Tungurahua, Ecuador. edsacruz@yahoo.com

⁽²⁾Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Bolívar, Ecuador. _@yahoo.es

⁽³⁾Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guaranda, Bolívar, Ecuador. rudasaes@yahoo.es

⁽⁴⁾ Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Pastaza, Ecuador. vicgo_1811@hotmail.com

Resumen: El ensayo fue realizado en la Granja Experimental Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos con el objetivo de evaluar la aplicación de abonos orgánicos, tales como compost, bocashi, humus, biol y su efecto en la producción comercial de brócoli (*Brassica oleraceae*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial con cuatro tipos de abonos orgánicos y tres dosis, con cuatro repeticiones. Los resultados indicaron que la aplicación Compost al suelo en el cultivo de brócoli fueron positivos, en la variable altura de la planta, especialmente a los 60 días alcanzo 52,25 cm, diámetro de la pella de 19,91 cm, peso de la pella con 0,97 kg y el rendimiento más alto con 23,10 kg/tratamiento. De las dosis y tipos de abonos orgánicos evaluados, la dosis media D2 (2 kg/m²) de Compost, obtuvo un diámetro de la pella de 19,11 cm, peso de la pella de 0,93 kg, con un rendimiento de 22,45 kg/tratamiento. El tratamiento (Compost, 1 kg/m²) en dosis baja, registró la mayor tasa de retorno marginal de 81%.

Palabras clave: Bocashi, biol, brócoli, compost, humus, rendimiento.

Abstract: The trial was conducted at Querochaca Experimental Farm, Faculty of Agricultural Engineering of the Technical University of Ambato, located in the canton Cevallos with the aim of evaluating the application of organic fertilizers, such as compost, bocashi, humus, biol and its effect on the commercial production of broccoli (*Brassica oleraceae*). A randomized complete block design was used in a factorial arrangement with four types of organic fertilizers and three doses, with four repetitions. The results indicated that the Compost application to the soil in the broccoli culture were positive, in the variable height of the plant, especially at 60 days reached 52,25 cm, the pellet diameter of 19.91 cm, weight of the pellet with 0.97 kg and the highest yield with 23.10 kg / treatment. Of the doses and types of organic fertilizers evaluated, the average dose D2 (2 kg/m²) of Compost, obtained a pellet diameter of 19,11 cm, weight of the pellet of 0,93 kg, with a yield of 22,45 kg / treatment. The treatment (Compost, 1 kg / m²) in low dose, registered the highest marginal rate of return of 81%.

Keywords: Broccoli, compost, bocashi, biol, humus, yield.

I. INTRODUCCIÓN

La palabra brócoli proviene del plural italiano de *broccolo*, que significa “la cresta de la flor de una col”,

Recibido: 14 de enero de 2018

Aceptado: 22 de mayo de 2018

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos V(1). 1-8

y es la forma diminuta de *brocco*, que significa “clavo pequeño” o “brote” (Bose, 2000). Esta planta presenta inflorescencias gruesas, tallo suculento, con mechones de capullos de color que varían de verde oscuro a azulado. Estos brotes son la parte comestible de la planta (Filgueira, 2003) es una fuente abundante de nutrientes, como la provitamina A (β -caroteno), la vitamina C (ascorbato) y la vitamina E (tocoferol) (Renaud *et al.*, 2014) contiene fitoquímicos asociados con beneficios para la salud y estos incluyen, flavonoides carotenoides, tocoferoles y glucosinolatos (Brown *et al.*, 2002) los cuales cuando se consumen, se hidrolizan en isotiocianatos (ITC) y otros productos que regulan positivamente los genes asociados con la desintoxicación y eliminación de carcinógenos (Kushad *et al.*, 1999). El brócoli tiene aproximadamente 14 veces más betacaroteno, un precursor de la vitamina A que un repollo cultivado comúnmente (Sharma, 2003) gran cantidad de vitamina C y una cantidad significativa de potasio, ácido fólico y varios fotoquímicos. Tiene tanto calcio como la leche y, por lo tanto, es una fuente importante de nutrición para las personas con osteoporosis o deficiencias de calcio (Nirmal, Singh, Benerjee, y Rai, 2004) es por ellos que los consumidores son cada vez más conscientes del valor nutricional del brócoli y otras verduras, por esta razón, la demanda de brócoli ha aumentado recientemente (Stables *et al.*, 2002).

En el año 2012, la producción mundial de brócoli fue 21,266.789 toneladas. El 77,59% de ésta se concentró en dos países de Asia: China Continental con 9,5 millones de toneladas y la India con 7 millones de toneladas, que destinaron la mayoría de su producción para el consumo interno. Países como Italia, México y Francia produjeron en conjunto, alrededor de 1,15 millones de toneladas a nivel mundial. Mientras que, Ecuador produjo 70 mil toneladas y las restantes 3,54 millones de toneladas, fueron producidas por 88 países asegura el Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP) del 2013.

Según datos del año 2015 a nivel mundial los principales importadores de brócoli fueron: Estados Unidos, Reino Unido y Japón. Por otra parte, de acuerdo a los datos registrados por el Banco Central, Japón fue el primer destino de las exportaciones de brócoli de Ecuador con una participación del 38,03% durante el 2016, seguido por Estados Unidos con un 31,16% y Alemania con un 11,59%. De acuerdo a los datos del Banco Central del

Ecuador, las exportaciones de brócoli han mostrado un crecimiento del 4,61% en valor y del 4,34% en volumen si se compara el año 2015 con el 2016, pasando de USD 84.978 miles a USD 88.900 miles en valor FOB y de 61.555 a 64.225 toneladas según el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (PROECUADOR) 2017.

En Ecuador la producción es de 70000 toneladas métricas, en una superficie de 3.639 ha, con un rendimiento de 19,24 t/ha. El brócoli de Ecuador se produce principalmente en tres provincias de la Sierra: Cotopaxi, Pichincha e Imbabura; así mismo se cultiva en Tungurahua y Chimborazo. Las provincias de Cotopaxi y Pichincha registran la mayor cantidad de superficie cosechada de brócoli, ocupando el 82,00% de la superficie total nacional. Cotopaxi es la provincia con mayor producción (51.350 toneladas) y con un rendimiento de 28,22 t/ha. Pichincha es la segunda provincia en importancia, con una producción de 11.791 toneladas y un rendimiento de 10,13 t/ha. Las condiciones agroclimáticas de estas dos provincias son privilegiadas. Imbabura con una producción de 4080 toneladas y un rendimiento de 11,21 t/ha. Chimborazo con una producción de 2.018 toneladas y un rendimiento de 11,09 t/ha. Otras provincias de la sierra ecuatoriana producen 60 toneladas en 109 hectáreas (PROECUADOR, 2017).

Antes del descubrimiento de los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos constituían la fuente principal de nutrientes de los vegetales con el fin de incrementar la producción agrícola (Cairo y Fundora. 2010). Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero, Trinidad, García, y Ferrera. 2000).

El aumento del consumo de alimentos cultivados orgánicamente en los últimos años se asocia con el interés generalizado de los consumidores en la seguridad y calidad de los alimentos (Domagała y Gastoł, 2012). En el año 2012 la superficie mundial de producción orgánica fue de 37,5 millones de hectáreas (Willer y Kilcher, 2012) para el año 2015 se incrementó a 50,9 millones de hectáreas (Willer y Lernoud, 2017). En general, los alimentos orgánicos se perciben como más saludables y más seguros que los alimentos convencionales

(Herencia, García, Dorado y Maqueda, 2011). La producción orgánica brinda beneficios agronómicos y ambientales, como la preservación de los recursos naturales y la reducción de la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos (Soltoft *et al.*, 2010).

El abono orgánico puede servir como práctica alternativa al uso de fertilizantes minerales (Gupta *et al.*, 1988; Wong *et al.*, 1999; Naeem *et al.*, 2006) debido a que pueden mejorar la estructura del suelo (Bin, 1983; Dauda *et al.*, 2008) la capacidad de intercambio catiónico, los nutrientes disponibles y las propiedades biológicas (Lombardi *et al.*, 2004). La fertilización orgánica tiene una influencia importante en la liberación lenta de nutrientes que apoyan el desarrollo de la raíz que conduce a un mayor rendimiento y una mejor calidad de la planta de brócoli (Hameeda *et al.* 2007). Por lo tanto, la utilización de abonos producidos localmente para la producción de hortalizas puede aumentar el rendimiento de los cultivos (Sousa *et al.*, 2008; como se citó en Cofre y Saltos, 2018) con influencia favorable sobre el rendimiento de un cultivo por varios años (Rodríguez, 2012) a más de mejorar el contenido de materia orgánica de los suelos (Maroto, 2008).

Las altas demandas nutricionales del cultivo asociadas con la baja capacidad de inversión para adquirir fertilizantes convencionales los agricultores han llevado a un manejo inadecuado de nutrientes de las plantas y, por lo tanto, a bajos rendimientos. Además, el desequilibrio en el suministro de nutrientes es un problema importante que afecta la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en todo el mundo, tanto por el reemplazo insuficiente como por el exceso de nutrientes aplicados (Vitousek *et al.*, 2009). Por esta razón, es importante, desde un punto de vista más amplio, promover técnicas que contribuyan a un mayor aporte de nutrientes, su uso cíclico en los agroecosistemas y el uso de los recursos locales.

Se necesitan sistemas de fertilización alternativos que permitan la utilización de materiales orgánicos que son amigables con el ambiente y fáciles de obtener en las granjas para reducir la dependencia de los fertilizantes minerales y por ende sus efectos negativos como la acidificación y la salinización de los suelos, incidencia de plagas y enfermedades, incremento de desbalances nutricionales por su uso excesivo, afectando a los microorganismos

que viven en el suelo y su salud en general, limitando su producción, bajo estas consideraciones se planteó evaluar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Experimento en campo.

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, situado a 01° 22' 08.5" latitud Sur y 78° 36' 23.6" longitud Oeste, a una altitud de 2.940 metros sobre el nivel del mar (Rovalino *et al.*, 2017). La zona pertenece a la formación ecológica bosque seco Montano Bajo (bs-MB). Tiene una temperatura media anual de 11.8° C y una precipitación media anual de 750 mm con una evaporación de 100,9 mm.

B. Características del suelo del sitio experimental.

El suelo del sitio experimental es de origen volcánico (Zehetner, *et al* 2003). Perteneciente al orden de los inceptisoles, que poseen material amorfo y cenizas volcánicas, son profundos con textura franco arenosa de acción neutra o ligeramente alcalina con capacidad de intercambio catiónico bajo y saturación de sales alta, pH 7,2.

C. Características del agua de riego

La fuente de agua utilizada es del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un pH de 7,78 – 7,9, sólidos totales 21 mg/l, dureza 88 mg/l, conductividad eléctrica de 312,5 umhos/cm, con un caudal de 25 l/s.

D. Diseño experimental.

Trece tratamientos que provienen de un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial 4 x 3 + 1, con cuatro repeticiones. Los tratamientos en cada replicación se asignaron al azar. De acuerdo al tratamiento, los factores estudiados fueron cuatro tipos de abonos orgánicos (Compost, Bocashi, biol, humus) con tres dosis (baja 1 kg/m², media

E. Análisis estadístico.

Los datos de las variables agronómicas fueron

2 kg/m², alta 3 kg/m²) incorporados al suelo antes del trasplante y un testigo absoluto sin la aplicación de abono orgánico ni químico.

F. *Tratamientos en estudio.*

TABLA 1.
TRATAMIENTOS EMPLEADOS PARA MEDIR EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI

Tratamientos		Abonos orgánicos	Dosis
No	Símbolo		
1	A1D1	Compost	1 kg/m ²
2	A1D2	Compost	2 kg/m ²
3	A1D3	Compost	3 kg/m ²
4	A2D1	Bocashi	1 kg/m ²
5	A2D2	Bocashi	2 kg/m ²
6	A2D3	Bocashi	3 kg/m ²
7	A3D1	Biol	1 Litro/7,2 m ²
8	A3D2	Biol	2 Litros/7,2 m ²
9	A3D3	Biol	3 Litros /7,2 m ²
10	A4D1	Humus	1 kg/m ²
11	A4D2	Humus	2 kg/m ²
12	A4D3	Humus	3 kg/m ²
13	T		

analizados por el método de análisis de varianza de Fisher (ANOVA), para la comparación de las medias de los tratamientos y factores se usó la prueba de significación de Tukey al 5%, análisis de regresión.

G. *Manejo del experimento.*

Se diseñaron parcelas de 3 x 2,40 m. El surcado se ejecutó manualmente, dejando cinco surcos de 0,60 m de ancho por parcela.

Los abonos orgánicos se aplicaron una vez construidas las camas, para lo cual se procedió a pesar y enfundar la cantidad de abono de acuerdo a la dosis planteada. El abono se distribuyó uniformemente en cada parcela y se mezcló con el suelo con azadilla (humus, bocashi y compost). Para el biol, se abrió una pequeña zanja en cada uno de los surcos de la parcela, en donde se depositó el material para luego proceder a tapar.

El trasplante del brócoli en el sitio definitivo fue con ayuda de una barra. El riego se efectuó en forma gravitacional, cada cuatro días en el primer mes, con una lámina de agua de 10 mm y cada ocho días el resto del ciclo vegetativo, con una lámina de agua de 20 mm. El control de malezas fue ejecutado manualmente. A los tres días del trasplante se

efectuó una aplicación fitosanitaria para controlar la presencia de gusano trozador (*Agrotis* sp.), utilizando Neem-X (*Azadirachtina*) en dosis de 3 cc/L más el regulador de pH Agrotin (0,6 cc/L).

A los 15 días se repitió la aplicación utilizando los mismos productos más Krypton (*Metalsulfoxilate*) en dosis de 1 cc/L, volviéndose a repetir las aplicaciones cada 15 días, de manera preventiva. La cosecha se realizó con la ayuda de un cuchillo, cortando en la base de la pella, cuando éstas alcanzaron la madurez comercial.

H. *Parámetros de evaluación*

Se evaluaron los siguientes variables: Altura de la planta, midiendo en todas las plantas por parcela neta, desde el suelo hasta el ápice de la hoja bandera, a los 30 y 60 días del trasplante; días a la cosecha, contabilizando los días transcurridos desde el trasplante, hasta el 75% de la cosecha de las pellas de la parcela neta; diámetro de la pella, se midió al momento de la cosecha, de ocho plantas de la parcela neta; peso de la pella, pesando la pella al momento de la cosecha de todas las plantas de la parcela neta, expresando los valores en gramos; y rendimiento, con el peso total de las pellas por parcela neta, expresando los valores en kilogramos por tratamiento.

I. *Análisis económico.*

Se realizó mediante el método de presupuesto parcial de Perrin et al., (1976) para determinar el tratamiento con mayor tasa marginal de retorno.

III. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A. *Altura de planta*

A los 30 y 60 días del trasplante se registraron valores de altura promedios de 25,29 cm y 46,83 cm respectivamente. A los 60 días, la mayor altura presentaron los tratamientos A1D1 (Compost, 1 kg/m²) con promedio de 52,25 cm, así como también el tratamiento A1D3 (Compost, 3 kg/m²) con promedio de 52,11 cm; la menor altura de planta, se observó en el testigo, cuyo promedio en altura fue de 38,95 cm. La adición de abonos orgánicos a los 60 días, influyó en el crecimiento de las plantas, destacándose los tratamientos compost, humus y biol en su orden; el crecimiento fue menor con bocashi, con promedio de 44,97 cm.

Los resultados obtenidos permiten deducir que, la aplicación de abonos orgánicos al cultivo de brócoli, mejoraron en general el crecimiento de la planta, por cuanto los tratamientos que recibieron abonos reportaron mejores resultados que el testigo. En este sentido, la mayor altura de planta se obtuvo con aplicación de compost, con el cual se incrementó en promedio de 6,77 cm, demostrando que el compost es lo más apropiado para el brócoli, posiblemente por aumentar la capacidad reguladora del suelo y en consecuencia reducir las oscilaciones de pH de éste, mejorando también la capacidad de intercambio catiónico, la fertilidad, por lo que las plantas se beneficiaron de estas características. La adición de compost a los suelos agrícolas tiene efectos beneficiosos sobre el desarrollo y los rendimientos de los cultivos al mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo (Zheljzakov y Warman, 2004).

B. *Días a la cosecha*

El promedio general de días transcurridos desde el trasplante hasta la cosecha de las pellas fue de 85 días, no se detectó diferencias estadísticas significativas para tratamientos y factores en estudio. El coeficiente de variación fue de 3,53%. Es posible que, el tiempo para la cosecha dependa más de las condiciones ambientales como son: luz, altura sobre el nivel del mar, agua, etc., así como

de las características varietales, que de la influencia directa de los abonos orgánicos aplicados.

C. *Diámetro de la pella*

El diámetro de la pella, presentó un promedio general de 18,16 cm. Se destacó el tratamiento A1D2 (Compost, 2 kg/m²) con un diámetro promedio de 20,20 cm. El menor diámetro de la pella se obtuvo en el testigo con 14,88 cm. El Análisis de varianza determino que los abonos orgánicos influyen positivamente sobre el diámetro de la pella, con la aplicación de compost (A1) obtuvo un promedio de 19,91 cm, mientras que los tratamientos de bocashi (A2), registraron un promedio de 17,78 cm.

Los tratamientos con aplicación de abonos en la dosis media (D2), experimentaron mayor diámetro, con promedio de 19,11 cm, con las dosis alta y baja el diámetro fue inferior, con promedios de 18,84 cm y 17,34 cm, probablemente debido al azar.

La figura 1, presenta la regresión lineal y cuadrática entre dosis de aplicación de abonos versus el diámetro de la pella, en donde la tendencia de la parábola, ratifica los mejores resultados con la utilización de la dosis media (D2), con correlación altamente significativa de 0,98. Los resultados obtenidos permiten señalar que, la aplicación de abonos orgánicos al cultivo de brócoli, en general mejoró significativamente el diámetro, por cuanto, los tratamientos que recibieron abono reportaron mejores resultados que el testigo; siendo relevante los tratamientos con aplicación de compost (A1), con el cual el diámetro se incrementó en promedio de 2,13 cm. El mismo efecto produjo los abonos en dosis media (D2), incrementándose en promedio de 1,77 cm, lo que permite inferir que la aplicación de compost en dosis de 2 kg/m² induce a mayor diámetro de las pellas y mejora los rendimientos.

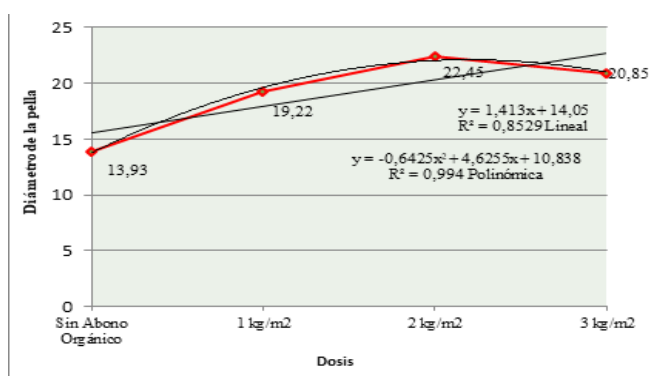


Fig. 1. Regresión lineal y polinómica para dosis de abonos orgánicos versus diámetro de la pella (brócoli)

D. Peso de la pella

La pella, registró un promedio general en peso de 0,84 kg; siendo este mayor en el tratamiento A1D2 con promedio de 1,02 kg, el menor peso se observó en el testigo (0,52 kg). Con respecto a los tipos de abono, las pellas experimentaron mayor peso con la aplicación de compost (A1), con promedio de 0,97 kg, el peso fue menor en los tratamientos en los cuales se aplicó bocashi (A2), con promedio de 0,82 kg. Los tratamientos con aplicación de abonos en la dosis media (D2), reportaron mayor peso, con promedio de 0,93 kg, seguido de los tratamientos de la dosis alta (D3), con promedio de 0,89 kg; los tratamientos con dosis baja (D1) reportaron el menor peso.

La figura 2, establece la regresión lineal y cuadrática entre dosis de abonos versus el peso de la pella, en donde la tendencia, indica los mejores resultados con la utilización de la dosis media (D2), con correlación altamente significativa de 0,96. Esto permite señalar que la aplicación de abonos al cultivo de brócoli, mejoró significativamente el peso, especialmente cuando se aplicó compost (A1), donde reportaron los resultados más relevantes, en este caso el peso se incrementó en promedio de 0,15 kg. Igualmente, con aplicación de los abonos en la dosis media (D2), se incrementó el peso en promedio de 0,17 kg, de acuerdo a los resultados, se aprecia que, la aplicación de compost en dosis de 2 kg/m² constituye el mejor tratamiento para obtener pellas de mayor peso, mejorando consecuentemente los rendimientos.

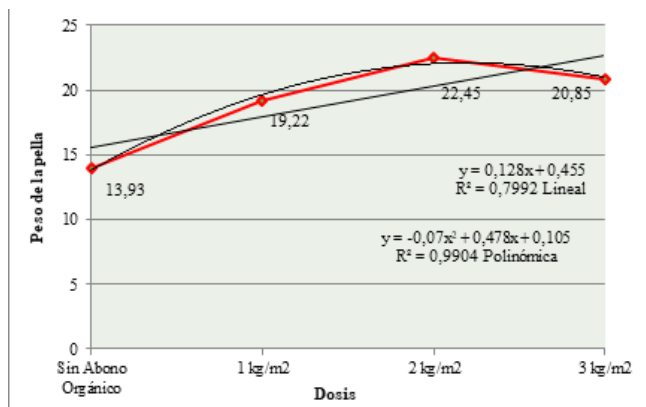


Fig. 2. Regresión lineal y polinómica para dosis de abonos orgánicos versus peso de la pella (brócoli)

E. Rendimiento

El rendimiento de pellas, registró un promedio general de 20,31 kg/parcela. El va-

lor más alto obtuvo el tratamiento A1D2 con 24,68 kg/parcela. El testigo, obtuvo el rendimiento más bajo con 13,93 kg/parcela.

La aplicación de compost en la dosis (A1) alcanza una productividad de (23,10 kg/parcela), seguido del tratamiento con humus, el rendimiento fue menor en los tratamientos de Biol (A3), con 19,50 kg/tratamiento en promedio.

Los tratamientos de abonos en dosis media (D2), reportaron el mayor rendimiento, con promedio de 22,45 kg/tratamiento, seguido de los tratamientos de la dosis alta (D3), con promedio de 20,85 kg/tratamiento; los tratamientos de la dosis baja (D1) reportaron el menor rendimiento con 19,22 kg/tratamiento.

En la figura 3, se observa la regresión cuadrática entre dosis de abonos orgánicos versus el rendimiento. La tendencia cuadrática de la parábola ubicó el mejor resultado con la aplicación de la dosis media (D2), con correlación altamente significativa de 0,97. Esto demuestra que con aplicación de abonos orgánicos al cultivo de brócoli en general los rendimientos mejoraron especialmente con compost (A1) con 3,6 kg/parcela. Con la aplicación de los abonos en la dosis media (D2) el rendimiento en promedio obtenido fue de 3,23 kg/parcela, como lo señala Hameeda et al. (2007).

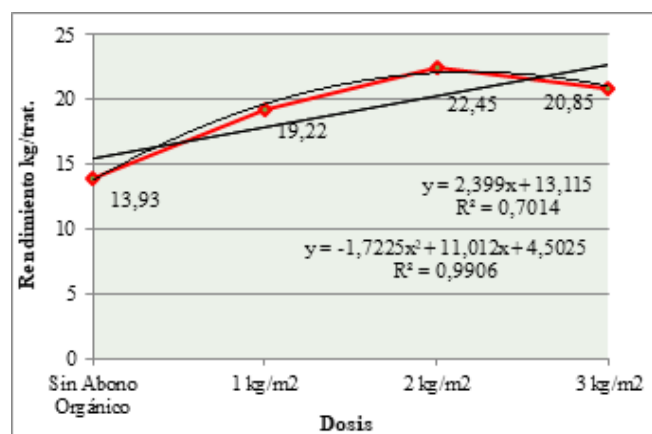


Fig. 3. Regresión lineal y cuadrática para dosis de abonos orgánicos versus rendimiento (brócoli)

F. Análisis económico

La variación de los costos está dada básicamente por el diferente precio de los abonos orgánicos y por las distintas dosis de aplicación. En base a los costos que varían por tratamiento y a los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios ne-

TABLA II.
TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS (BRÓCOLI)

Tratamiento	Beneficio neto	Costo total USD \$	Beneficio neto marginal	Costo total marginal USD \$	Tasa de retorno marginal (%)
A1D2	33,74	5,74	0,69	2,78	24,68
A1D1	33,05	2,97	2,40	2,97	81,00

tos, destacándose el tratamiento A1D2 (Compost, 2 kg/m²), con el mayor beneficio neto (\$ 33,74).

Los tratamientos se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculándose la Tasa de Retorno Marginal (TMR) (Tabla II). El tratamiento A1D1 (Compost, 1 kg/m²) registró la mayor tasa de retorno marginal de 81%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la aplicación de los abonos orgánicos.

IV. CONCLUSIONES

Considerando que las hortalizas, en este caso el brócoli responden a la aplicación de abonos orgánicos al suelo, este trabajo demostró que hubo efecto de los tratamientos sobre las variables estudiadas. Se destacaron los tratamientos efectuados con compost.

V. REFERENCIAS

- Bin, J. (1983). Utilización de abono verde para aumentar la fertilidad del suelo en China. *Ciencia del suelo* 135, 65-69.
- Bose, T. (2000). Brote de brócoli. *Cosechas vegetales I*: 411-418.
- Brown, A., Yousef, G., Jeffery, E., Klein, B., Wallig, M., Mosbah, M., Kushad, M., y Juvik, J. (2002). Perfiles de glucosinolatos en el brócoli: variación en los niveles e implicaciones en la reproducción para la quimio protección del cáncer. *Revista de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas* 127 (5): 807-813.
- Cairo, C. y Fundora, H. (2010). *Edafología*. La Habana. Cuba: Editorial "Félix Varela".
- Cofre, F., y Saltos, R. (2018). Evaluación del rendimiento y calidad de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en dos sistemas de producción orgánico y convencional. Artículo en preparación.
- Dauda, S.N., Ajayi, F.A., Ndor, E., (2008). Crecimiento y rendimiento del melón de agua (*Citrullus lanatus*) como afectado por la aplicación de estiércol de aves de corral. *Revista de agricultura y ciencias sociales*, 4, 121–124.
- Domagała, I., y Gastoł, M. (2012). Estudio comparativo sobre el contenido mineral de zanahorias, apio y zumos de remolacha orgánica y convencional. *Ciencia de las plantas*, 11, 173–183.
- Filgueira, F. (2003). *Nuevo manual de olericultura*: Agrotecnología moderna en la producción y comercialización de hortalizas. Revista ampliada. 412p.
- Gupta, A., Antil, S., y Narwal, P. (1988). Efecto del estiércol de granja sobre el carbono orgánico, los contenidos de N y P disponibles del suelo durante diferentes períodos de crecimiento del trigo. *Ciencia del suelo India*. 36, 269-273.
- Hameeda, B., Harini, G., Rupelal, O., Reddy, y Gopal., R. (2007). Efecto de compost o vermicompost sobre el crecimiento de sorgo y la colonización de micorrizas. *Revista Africana de Biotecnología*. 6, 9-12.
- Herencia, J., García, P., Dorado, J., y Maqueda, C. (2011). Comparación de la calidad nutricional de los cultivos cultivados en un suelo fertilizado convencional y orgánico. *La ciencia de Horticultura*, 129, 882-888.
- Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2017). Análisis Sectorial Brócoli. Disponible en https://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2017/02/PROEC_AS2017_BROCOLI.pdf
- Kushad, M., Brown, A., Kurilich, A., Juvik, J., Klein, B., Walling, M., y Jeffery, E. (1999). Variaciones de glucosinolatos en cultivos de hortalizas de *Brassica oleracea*. *Revista de Agricultura y Química de Alimentos* 47: 1541-1548.
- Lombardi, G., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A., y Cappelloni, M., (2004). Nutrientes y moléculas antioxidantes en ciruelas amarillas (*Prunus*

- domestica* L.) de producciones convencionales y orgánicas: un estudio comparativo. *Revista de química agrícola y alimentaria*, 52, 90-94.
- Maroto, J. (2008). *Elementos de la horticultura general*. 3ed. Madrid. España: Mondí.
- Naeem, M., Iqbal, J., y Bakhsh, M. (2006). Estudio comparativo de fertilizantes inorgánicos y abonos orgánicos sobre los componentes de rendimiento y rendimiento del frijol mungo (*Vigna radiata* L.). *Revista de agricultura y ciencias sociales*, 2, 227-229.
- Nirmal, D., Singh, K., Benerjee, M. y Rai, M. (2004). Hortalizas exóticas-Boletín técnico Instituto Indio de Investigación Vegetal, Varanasi, India. 21: 4-6.
- Perrin, R., Winkelman, D., Moscardi, E., y Anderson, J. (1976). Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Folleto de Información No. 27. México, CIMMYT.
- Renaud, E., Lammerts, E., Myers, J., Paulo, M., Van, F., Zhu, N., y Juvik, J. (2014). Variación en el contenido fitoquímico del cultivar de brócoli bajo sistemas de manejo orgánicos y convencionales: implicaciones en la mejora para la nutrición. *Más uno*, 9 (7). doi: 10.1371/journal.pone.0095683.
- Rodríguez, J. (2012). Fertilización orgánica del cultivo de Zanahoria IN: Manual de producción de zanahoria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_cap_1__el_cultivo_de_la_zanahoria.pdf
- Romero, M., Trinidad, A., García, R., y Ferrera, R. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 34 (3), 261-269.
- Rovalino, V., Barros, M., Solorio, J., Zurita, H., Sandoval, C., Velasteguí, G., Sánchez, D., Cadená, D., Vega, J. y Mayorga, S. (2017). Composición química, cinética de degradación ruminal y producción de gas in vitro de arvenses con potencial forrajero. *Investigación ganadera para el desarrollo rural*, 29, 71.
- Sharma, S. (2003). *Producción de hortalizas de brócoli*. Diversidad de cultivos de hortalizas, India.
- Sistema de información nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. (2013). Brócoli. Boletín Situacional. Recuperado de: nagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2013/brocoli.pdf
- Soltoft, M., Bysted, A., Madsen, K., Mark, A., Bügel, S., Nielsen, J., y Knuthsen, P. (2010). Efectos de los sistemas de crecimiento orgánicos y convencionales sobre el contenido de carotenoides en raíces de zanahoria, y sobre la ingesta y el estado plasmático de los carotenoides en humanos. *Revista de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura*, 91(4), 767-775. doi:10.1002/jsfa.4248
- Stables, G., Subar, A., Patterson, B., Dodd, K., Heimendinger, J., Van Duyn, M., y Nebeling, L. (2002). Cambios en el consumo y conciencia de frutas y verduras entre los adultos de los Estados Unidos: Resultados de las encuestas de 1991 y 1997 del Programa 5 un día para una mejor salud, *Revista de la Asociación Dietética Americana*, 102 (6): 809-817.
- Vitousek, P., Naylor, R., Crews, T., David, M., Drinkwater, L., Holland, E., Johnes P., Katzenberger, J., Martinelli, L., Matson, P., Nziguheba, G., Ojima, D., Palm, C., Robertson, G., Sanchez, P., Townsend, A, y Zhang, F. (2009). Desequilibrios de nutrientes en el desarrollo agrícola. *Ciencia*, 324:1519-1520.
- Willer, H., y Kilcher, L. (2012). El Mundo de la agricultura orgánica: estadísticas y tendencias emergentes. Disponible en <http://www.organic-world.net/statistics/statistics-data-collection.html>
- Willer, H., y Lernoud, J. (2017). Agricultura orgánica en el mundo 2017: Estadísticas actuales Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (FiBL), Frick, Suiza: BIOFACH. Disponible en <http://orgprints.org/31197/1/willer-lernoud-2017-global-data-biofach.pdf>
- Wong, J., Ma, K., Fang, K., y Cheung, C. (1999). Utilización de compost de estiércol para agricultura orgánica en Hong Kong. *Tecnología Bioambiental*, 67 (1), 43-46. doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00066-8
- Zehetner, F., Miller, W., y West, L. (2003). Pedogénesis de suelos de cenizas volcánicas en el Ecuador andino. *Sociedad americana de la ciencia del suelo*, 67 (6), 1797-1809.
- Zheljzakov, V., y Warman, P. (2004). Aplicación de compost de residuos sólidos urbanos separados de la fuente a Swiss Chard y Basil. *Revista de Calidad Ambiental*, 33: 542-5