

APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.)

APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS IN PRODUCTION OF ZANAHORIA (*Daucus carota* L.)

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. marthy_@yahoo.es

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

⁽⁴⁾Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Pastaza, Ecuador. viego_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 sobre el crecimiento, diámetro ecuatorial, longitud, peso y rendimiento en el cultivo de zanahoria. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial con cuatro tipos de abonos orgánicos y tres dosis de aplicación (1 kg/m², 2 kg/m², 3kg/m²) con cuatro repeticiones. La aplicación de abonos orgánicos al suelo en dosis de 3 kg/m² indican que a los 120 días la altura en la planta de zanahoria alcanza 30,54 centímetros, diámetro ecuatorial en la raíz de 11,97 cm, longitud de la raíz de 14,80 cm, peso de la raíz con 99,87 gramos y un rendimiento de 7,49 kg/m². El tratamiento Compost 1 kg/m², registró la mayor tasa de retorno marginal de 33,64%.

Palabras clave: análisis económico, dosis, fertilización, rendimiento, zanahoria.

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 growth, equatorial diameter, length, weight and yield in the carrot crop. A randomized complete block design was used in a factorial arrangement with four types of organic fertilizers and three application doses (1 kg/m², 2 kg/m², 3 kg/m²) with four repetitions. The application of organic fertilizers to the soil in doses of 3 kg/m² indicates that at 120 days the height in the carrot plant reaches 30.54 centimeters, equatorial diameter at the root of 11,97 cm, root length of 14, 80 cm, root weight with 99,87 grams and a yield of 7,49 kg/m². Compost treatment 1 kg/m², registered the highest marginal rate of return of 33,64 %.

Keywords: Carrot; economic analysis; dose; fertilization; yield.

DOI: <https://doi.org/10.33789/talentos.5.81>

Recibido: 14 de enero de 2018

Aceptado: 4 de julio de 2018

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos V(1) 26,35

I. INTRODUCCIÓN

La fertilización de los cultivos es el factor más importante y controlable que afecta el rendimiento y el valor nutricional de las verduras (Heaton, 2001). 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 *et al.*, 2000).

El abono orgánico puede servir como práctica alternativa a los fertilizantes minerales (Gupta *et al.*, 1988; Wong *et al.*, 1999; Naem *et al.*, 2006) para mejorar la estructura del suelo (Bin, 1983; Dauda *et al.*, 2008) propiedades biológicas (Suresh *et al.*, 2004) la capacidad de intercambio catiónico, los nutrientes disponibles (Lombardi *et al.*, 2004).Por lo tanto, la utilización de abonos producidos localmente para la producción de hortalizas puede aumentar el rendimiento de los cultivos con un menor uso de fertilizantes químicos (Sousa *et al.*, 2008).

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. 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 (Domagała y Gastoł, 2012; Herencia, *et al.*, 2011; Soltoft *et al.*, 2010). Del mismo modo, los alimentos orgánicos pueden tener otras ventajas, como la ingestión de más compuestos fenólicos y vitaminas, y menos nitratos y pesticidas (Lima y Vianello, 2011). Además, contienen concentraciones más altas de metales traza nutricionalmente beneficiosos y concentraciones más bajas de metales pesados nocivos (Kelly y Bateman, 2010).

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es una de las hortalizas más cultivadas y consumidas en todo el mundo (Lin, *et al.*, 1998; Hiranvarachat, *et al.*, 2011. Son alimentos ricos en agua, con un contenido de humedad de 90 g/100g en base seca (Wu, *et al.*, 2014). La zanahoria es considerada una de las verduras más saludables debido a su sabor agradable, valor nutri-

tivo y grandes beneficios para la salud relacionados con sus propiedades antioxidantes, anticancerígenas, antianémicas, cicatrizantes y sedantes (Doymaz, 2004; Gamboa *et al.*, 2012).

El cultivo de zanahoria en Ecuador ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años tanto en superficie como en producción. La zanahoria se produce en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo. Esta última provincia es la que más origina este tubérculo, al año produce 10.300 toneladas, siendo la producción total en el Ecuador de 28.130 toneladas anuales. La mayor parte de la producción de zanahoria es para consumo interno. Solo se exporta un 3,9%, que corresponde a la variedad conocida como “*Baby carrot*” (zanahoria bebé), tanto fresca como congelada (Cofre y Saltos, 2018).

Hay escasa información sobre la respuesta del cultivo de zanahoria a la adición de abonos orgánicos que permitan su máxima producción en cantidad y calidad. Sin embargo, es importante resaltar que un manejo inadecuado de la fertilización sintética, además de causar alteraciones negativas en las actividades fisiológicas en la planta (Mehdi *et al.*, 2001), degrada el ambiente, siendo necesario integrar métodos sostenibles para la preservación del mismo (Méndez y Viteri, 2007). Frente a esta realidad y la responsabilidad de asegurar el suministro de alimentos limpios para una población humana en constante crecimiento, al tiempo que se busca minimizar los impactos adversos al ambiente, es necesario la adopción de estrategias orientadas a sistemas de manejo sostenibles, es por ello que se planteó evaluar la respuesta de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de zanahoria.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Experimento en campo.

Este experimento 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. (Barros, *et al.*, 2017). El clima es templado frío semiseco y sin estación invernal bien definida. 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 sitio experimental es un terreno bastante nivelado 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 aleatoriamente. Los factores estudiados fueron cuatro tipos de abonos orgánicos (compost, bocashi, biol, humus) con tres dosis (baja 1 kg/m², media 2 kg/m² y alta 3 kg/m²) incorporados al suelo antes del trasplante, más un testigo o control.

E. Tratamientos en estudio.

Los tratamientos en estudio están estructurados en la tabla I.

TABLA I.

TRATAMIENTOS EMPLEADOS PARA MEDIR EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS EN LA PRODUCCIÓN

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	Sin aplicación	

F. Análisis estadístico.

Los datos de las variables agronómicas fueron 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% y finalmente se realizó un análisis de regresión.

G. Manejo del experimento.

Se trazaron parcelas de 1 m x 0,60 m. La aplicación de los abonos se realizó 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 (hu-

mus, 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 abono para luego proceder a tapar.

La siembra de la zanahoria, se efectuó en hileras. El raleo se realizó 30 días después. En las parcelas de zanahoria se regó con regadera todos los días durante el primer mes y luego cada dos días hasta finalizar el cultivo.

El control de malezas fue manual. Para controlar la presencia de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), se aplicó Neem-X (Azadirachtina) en dosis de 3 cc/l más regulador de pH Agrotin (0,6 cc/L). A los 15 días se repitió la aplicación utilizando los mismos productos más Kryphon (Metalsulfoxilate) en do-

sis de 1 cc/L, volviéndose a repetir las aplicaciones cada 15 días, de manera preventiva.

La cosecha de zanahoria se realizó con la ayuda de una azadilla para aflojar la tierra y extraer las raíces.

H. Parámetros de evaluación.

Los datos tomados fueron: Altura de la parte aérea de la planta, efectuando lecturas a los 60, 90 y 120 días de la siembra por parcela neta, medido desde el nivel del suelo hasta la parte terminal del follaje; diámetro ecuatorial de la raíz, al momento de la cosecha, se midió el diámetro de la parte media de la raíz principal en 10 plantas por parcela neta con calibrador vernier; longitud de la raíz, se midió la longitud de la raíz de 10 plantas por parcela neta; peso de la raíz, con una balanza se pesó las raíces al momento de la cosecha de 10 plantas por parcela neta y rendimiento, pesando el total de raíces de la parcela neta con una balanza, expresando los valores en kilogramos por parcela.

TABLA II.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LA PARTE AÉREA A LOS 120 DÍAS

Tratamientos		
No	Símbolo	Promedio (cm)
2	A1D2	32,14 a
3	A1D3	31,71 a
1	A1D1	30,67 a
10	A4D1	30,49 a
11	A4D2	30,48 a
12	A4D3	30,29 a
9	A3D3	30,26 a
5	A2D2	29,96 a
6	A2D3	29,92 a
4	A2D1	29,82 a
8	A3D2	26,76 b
7	A3D1	26,60 b
13	T	23,71 c

Nota: Los promedios seguidos por letras iguales, en una misma columna, son estadísticamente iguales al 5%.

En cuanto al factor tipos de abonos orgánicos, la altura de las plantas fue mayor con la aplicación de compost, con un promedio de 31,51 cm, siendo menor con la aplicación de biol con 27,87 cm.

La dosis alta (3 kg/m²) de los abonos orgánicos alcanzó mayor altura de planta con 30,54 cm, la dosis baja (1 kg/m²) registró menor altura con 29,39

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 la parte aérea de la planta a los 60, 90 y 120 días

Los promedios generales de altura de la planta fueron de 7,15 cm, 17,06 cm y 29,45 cm a los 60, 90 y 120 días, respectivamente., se observan diferencias altamente significativas a los 120 días para tratamientos, tipos de abonos orgánicos y dosis de aplicación.

A los 120 días, se establecieron tres rangos de significación estadística en la variable altura de la planta (Tabla II), el tratamiento Compost 2 kg/m² tuvo el mejor promedio con 32,14 cm, el menor crecimiento de la parte aérea fue en el testigo con 23,71

cm.

En medida que aumentó la dosis de abono orgánico se incrementó la altura de la planta hasta D3 (3kg/m²) con 30,54 cm a los 120 días. Presentando una tendencia lineal positiva. Figura 1.

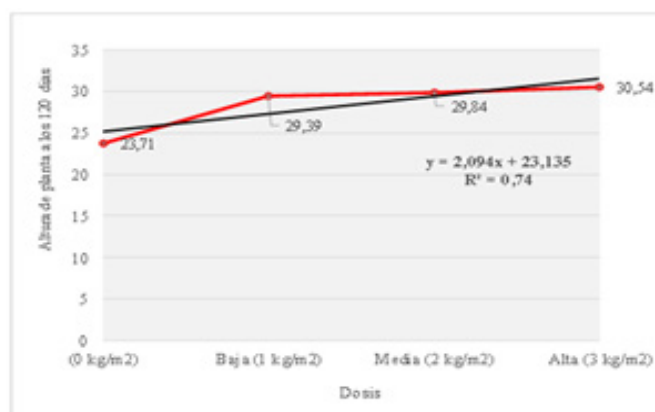


Fig.1. Variación de la altura de la planta con la dosis de abono orgánico.

B. Diámetro ecuatorial de la raíz

La variable diámetro ecuatorial de la raíz, presentó un promedio general de 11,01 cm, se detectó diferencias altamente significativas para tratamientos, tipos de abonos orgánicos y dosis.

Aplicando la prueba de Tukey al 5% se observaron siete rangos de significación (Tabla III). El tratamiento A1D3 presentó mayor diámetro con 13,25 cm. El diámetro ecuatorial de la raíz fue menor en el testigo con un promedio de 8,45 cm.

Con relación al factor tipos de abonos orgánicos, el diámetro ecuatorial fue mayor en los tratamientos que recibieron compost con promedio de 12,07 cm, el diámetro ecuatorial de la raíz fue menor con biol con promedio de 9,90 cm.

Los tratamientos con aplicación de abonos orgánicos en la dosis alta (3 kg/m²), presentaron mayor diámetro ecuatorial de raíz con promedio de 11,97 cm, los tratamientos con dosis baja (1 kg/m²) reportaron menor diámetro con 10,41 cm.

TABLA III.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA RAÍZ

Tratamientos		Promedio (cm)
No	Símbolo	
3	A1D3	13,25 a
2	A1D2	12,73 ab
6	A2D3	12,20 abc
12	A4D3	12,11 abcd
11	A4D2	11,67 abcde
10	A4D1	11,32 abcdef
5	A2D2	11,02 bcdef
4	A2D1	10,52 cdef
9	A3D3	10,33 cdefg
1	A1D1	10,22 cefg
8	A3D2	9,77 efg
7	A3D1	9,59 fg
13	T	8,45 g

Nota: Los promedios seguidos por letras iguales, en una misma columna, son estadísticamente iguales al 5%.

Los resultados señalan una tendencia lineal positiva, el diámetro ecuatorial de la raíz incremento en la medida que se adiciono abono orgánico al cultivo, obteniéndose el mejor resultado con la dosis alta (3kg/m²). Figura 2.

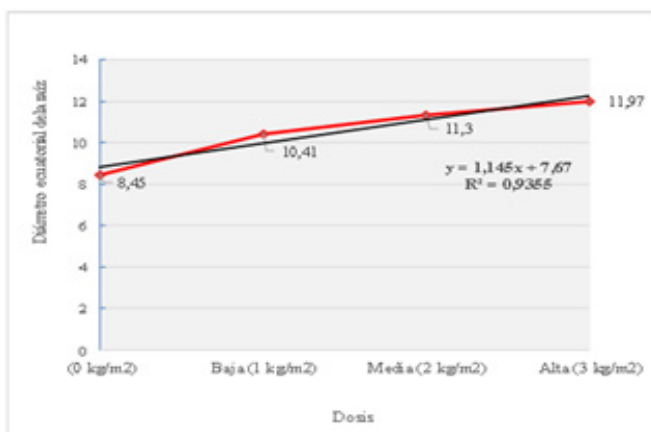


Fig. 2. Variación del diámetro ecuatorial de la raíz con la dosis de abono orgánico.

C. Longitud de la raíz

Se identificaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y factores.

Con la prueba de significación de Tukey al 5% para longitud de la raíz se calculó cuatro rangos de significación estadística (Tabla IV). La mayor longitud de raíz se encontró en los tratamientos A1D3 (Compost, 3 kg/m²) y A2D3 (Bocashi, 3 kg/m²) con promedios de 15,93 cm y 15,43 cm respectivamente, la menor longitud de la raíz se observó en el testigo, con promedio de 10,84 cm.

En cuanto a tipos de abonos orgánicos mayor longitud de la raíz se consiguió en los tratamientos que recibieron aplicación de compost con promedio de 14,70 cm, mientras que la longitud de raíz fue menor con la aplicación de biol con 12,15 cm.

Los tratamientos con aplicación de abonos en la dosis alta (3 kg/m²), reportaron mayor longitud de la raíz, con promedio de 14,80 cm, mientras que, los tratamientos en dosis baja (1 kg/m²) reportaron la menor longitud, con promedio de 12,92 cm.

TABLA IV.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA RAÍZ

Tratamientos		Promedio (cm)
No	Símbolo	
3	A1D3	15,93 a
6	A2D3	15,43 a
2	A1D2	14,93 ab
12	A4D3	14,51 ab
11	A4D2	14,24 ab
5	A2D2	14,20 ab
4	A2D1	13,46 be
10	A4D1	13,41 be
9	A3D3	13,31 be
1	A1D1	13,25 be
7	A3D1	11,58 cd
8	A3D2	11,55cd
13	T	10,84d

Nota: Los promedios seguidos por letras iguales, en una misma columna, son estadísticamente iguales al 5%.

En la figura 3 se observa que el incremento de la longitud de raíz se produce conforme se adiciono abono orgánico al cultivo, obteniéndose los mejores resultados con la dosis alta (3 kg/m²), describiendo una tendencia lineal positiva.

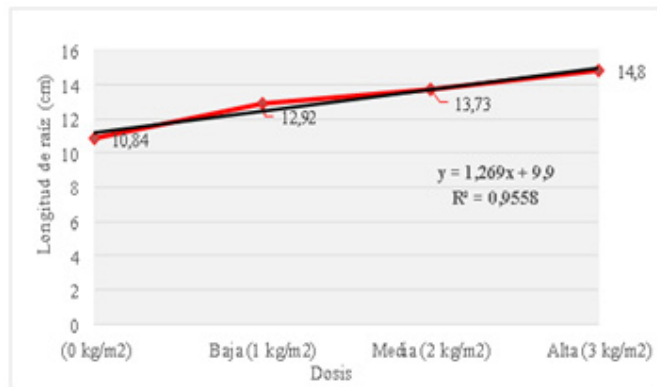


Fig. 3. Variación de la longitud de raíz con la dosis de abono orgánico.

D. Peso de la raíz

Los valores correspondientes al peso de la raíz presentaron un promedio general de 92,98 g. El análisis de variancia, estableció diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, tipos de abonos orgánicos y dosis, el coeficiente de variación fue de 3,59%.

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos, presentó cuatro rangos de significación (Tabla V). El peso de la raíz fue mayor en los tratamientos A1D3 (Compost, 3 kg/m²) y A2D3 (Bocashi, 3 kg/m²) con promedios de 103,36 g y 102,26 g, respectivamente. El peso de la raíz fue menor en el testigo, con promedio de 61,14 g.

Analizando el factor tipos de abonos orgánicos, el peso de la raíz es mayor en los tratamientos con aplicación de compost con promedio de 99,25 g, seguido de los tratamientos de humus y Bocashi con promedios de 96,98 g y 95,57 g, en su orden; el peso fue menor en los tratamientos con biol con un promedio de 90,73 g.

Los tratamientos en los que se aplicaron abonos orgánicos en la dosis alta (3 kg/m²), reportaron mayor peso de la raíz, con promedio de 99,87 g, en tanto que, los tratamientos de la dosis baja (1 kg/m²) reportaron menor peso de raíz, con promedio de 90,91 g,

TABLA V.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA RAÍZ

Tratamientos		Promedio (g)
No	Símbolo	
3	A1D3	103,36 a
6	A2D3	102,26 a
2	A1D2	101,30 ab
11	A4D2	99,50 abc
12	A4D3	98,87 abc

9	A3D3	95,00 abcd
5	A2D2	93,40 bcd
1	A1D1	93,11 bcd
10	A4D1	92,57 cd
4	A2D1	91,05 cd
8	A3D2	90,26 d
7	A3D1	86,92 d
13	T	61,14 e

Nota: Los promedios seguidos por letras iguales, en una misma columna, son estadísticamente iguales al 5%.

El incremento de peso de la raíz de la zanahoria ocurrió conforme se adicionaron mayores dosis de abono orgánico, obteniéndose los mejores resultados con la dosis alta (3 kg/m²), describiendo una tendencia lineal entre el peso de la raíz y las dosis aplicadas (ver figura 4).

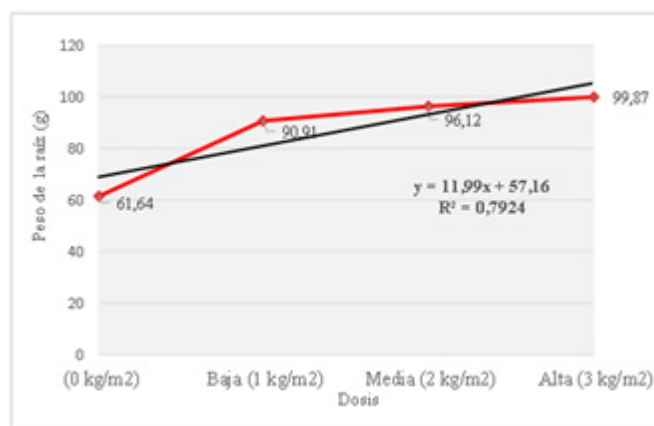


Fig. 4. Variación del peso raíz con la dosis de abono orgánico.

E. Rendimiento kg/parcela

El rendimiento presentó un promedio general de 7,02 kg/parcela. Se encontró diferencias estadísticas para tratamientos, tipos de abonos orgánicos y dosis, con un coeficiente de variación fue de 8,58%.

Según la prueba de Tukey al 5% para tratamientos se registraron cuatro rangos de significación estadística (Tabla VI). El rendimiento fue mayor en los tratamientos A4D2 (Humus, 2 kg/m²) y A1D2 (Compost, 2 kg/m²) con promedios de 8,12 kg/parcela y 7,99 kg/parcela. El rendimiento fue menor en el testigo, con promedio de 5,43 kg/parcela.

En cuanto a tipos de abonos orgánicos, el mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos con aplicación de compost con promedio de 7,67 kg/parcela, mientras que el rendimiento fue menor con biol con 6,62 kg/parcela.

Con respecto al factor dosis de aplicación, los tratamientos con dosis alta de abono orgánico (3 kg/m²) con 7,49 kg/parcela reportaron mayor rendimiento, los tratamien-

tos con dosis baja (1 kg/m²) el rendimiento fue menor, con promedio de 6,62 kg/ parcela. Al respecto Cofre y Saltos (2018) determinaron que al aplicar 25 t/ha de abono orgánico obtuvieron un rendimiento de 17,81 t/ha de zanahoria. En cuanto a calidad, la zanahoria orgánica tuvo mejor apariencia con un color anaranjado brillante característico.

TABLA VI.

PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos		Promedio (Kg/Parcela)
No	Símbolo	
11	A4D2	8,12 a
2	A1D2	7,99 a
3	A1D3	7,77 ab
12	A4D3	7,57 abc
6	A2D3	7,56 abc
1	A1D1	7,26 abc
9	A3D3	7,05 abc
4	A2D1	6,73 abcd
8	A3D2	6,65 abcd
5	A2D2	6,62 abcd
10	A4D1	6,33 bcd
7	A3D1	6,15cd
13	T	5,43d

Nota: Los promedios seguidos por letras iguales, en una misma columna, son estadísticamente iguales al 5%.

En la figura 5, el rendimiento incrementa en medida que se adicionan mayores cantidades de abono orgánico al cultivo, obteniéndose una tendencia lineal positiva entre rendimiento y dosis aplicadas.

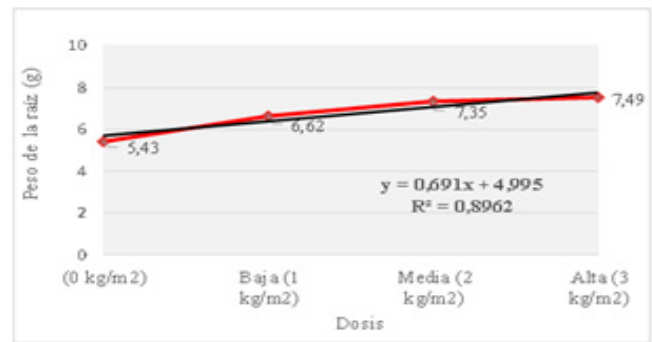


Fig. 5. Variación del rendimiento de la raíz con la dosis de abono orgánico.

F. Análisis económico

Para evaluar económicamente la aplicación de cuatro abonos orgánicos en tres dosis, en el cultivo de zanahoria, mediante la metodología de presupuesto parcial de Perrin et al. (1976) se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (Tabla VII). La variación de los costos está dada básicamente por el diferente precio de los abonos orgánicos y por las distintas dosis de aplicación. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de los abonos.

En base a los costos variables y los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (Tabla VIII), destacándose el tratamiento A1D1 (Compost, 1 kg/m²), con el mayor beneficio neto (\$ 12,72); sin encontrar tratamientos con beneficios netos negativos, en donde los costos superaron a los ingresos.

El cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, determinó además la tasa de retorno marginal (Tabla IX). El tratamiento A1D1 (Compost, 1 kg/m²), registró la mayor tasa de retorno marginal de 33,64%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la aplicación de los abonos.

TABLA VII.

COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Mano de obra USD \$	Materiales USD \$	Aplicación abonos USD \$	Costo total USD \$
A1D1	0,17	0,02	2,78	2,97
A1D2	0,17	0,02	5,56	5,74
A1D3	0,17	0,02	8,34	8,52
A2D1	0,17	0,02	2,78	2,97
A2D2	0,17	0,02	2,56	5,74
A2D3	0,17	0,02	8,34	8,52
A3D1	0,17	0,02	3,33	3,52
A3D2	0,17	0,02	6,67	6,85
A3D3	0,17	0,02	10,00	10,19

A4D1	0,17	0,02	2,78	2,97
A4D2	0,17	0,02	5,56	5,74
A4D3	0,17	0,02	8,34	8,52
T	0,00	0,00	0,00	0,00

TABLA VIII.

BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Ingresos total USD \$	Costo total USD \$	Beneficio neto USD \$
A1D1	15,68	2,97	12,72
A1D2	17,26	5,74	11,51
A1D3	16,78	8,52	8,26
A2D1	14,54	2,97	11,57
A2D2	14,30	5,74	8,56
A2D3	16,32	8,52	7,80
A3D1	13,28	3,52	9,76
A3D2	14,36	6,85	7,51
A3D3	15,23	10,19	5,05
A4D1	13,66	2,97	10,70
A4D2	17,54	5,74	11,80
A4D3	16,35	8,52	7,83
T	11,72	0,00	11,72

TABLA IX.

TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS

Tratamiento	Beneficio neto	Costo total USD \$	Beneficio neto marginal	Costo total marginal USD \$	Tasa de retorno marginal (%)
A1D1	12,72	2,97	1,00	2,97	33,64

IV. CONCLUSIONES

Con la aplicación de compost al suelo se obtuvo mejor altura de la planta 31,51 cm, diámetro ecuatorial de la raíz de 12,07 cm longitud de la raíz con 14,70 cm, peso de la raíz de 99,25 g consecuentemente mayor rendimiento con 7,67 kg/parcela.

Con la aplicación de los abonos orgánicos al suelo en dosis alta (3 kg/m²) se obtuvo mayor altura de la planta a los 120 días con 30,54 cm, diámetro ecuatorial de la raíz de 11,97 cm, longitud de la raíz con 14,80 cm, con un peso de la raíz de 99,87 g y un rendimiento de 7,49 kg/parcela.

El testigo al no recibir aplicación de abono orgánico, reportó menor crecimiento y desarrollo, de la planta, raíces de menor peso y longitud.

Del análisis económico se deduce que el tratamiento A1D1 (Compost, 1 kg/m²), registró la mayor tasa de retorno marginal con 33,64%.

V. REFERENCIAS

Barros, M., Rovalino, V., Solorio, J., Zurita, H., Sandoval, C., Velasteguí, G., Sánchez, D., Cadenas, 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. 1-8.

Bin, J., (1983): "Utilización de abono verde para aumentar la fertilidad del suelo en China". *Ciencia del suelo*, 135, 65-69.

- Cofre, F., Saltos, R. (2018): "Evaluación del rendimiento y calidad de la zanahoria (*Daucus Carota* L.) en dos sistemas de producción orgánico y convencional". *Ambiente y sustentabilidad*, 193-205.
- Dauda, S., Ajayi, F., Ndor, E. (2008): "Crecimiento y rendimiento del melón de agua (*Citrullus lanatus*) como se ve afectado por la aplicación de estiércol de aves de corral". *Journal of agriculture and social sciences*, 4, 121-124
- Domagała, I., 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.
- Doymaz, I. (2004): "Características convectivas de secado al aire de zanahorias de capa delgada". *Revista de Ingeniería de Alimentos*, 61, 359-364.
- Gamboa, J., Montilla, A., Soria, A., & Villamiel, M. (2012): "Efectos del blanqueamiento convencional y por ultrasonidos sobre la inactivación enzimática y el contenido de carbohidratos de las zanahorias". *Investigación y Tecnología Europea de Alimentos*, 234, 1071-1079.
- Gupta, A., Antil, S., 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". *Journal Indian Soil Science*. 36, 269-273.
- Heaton, S., (2001): "Agricultura orgánica, calidad de los alimentos y salud humana: una revisión de la evidencia". *Soil Association of the Reino Unido*, 1-88.
- 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.
- Hiranvarachat, B. Devahastin, S. Chiewchan, N. (2011): "Efectos de los pretratamientos ácidos sobre algunas propiedades fisicoquímicas de la zanahoria sometida a secado por aire caliente". *Food Bioprod. Process*. 89, 116–127.
- Kelly, S., y Bateman, A. (2010): "Comparación de las concentraciones minerales en cultivos orgánicos y convencionales cultivados comercialmente: tomates (*Lycopersicon esculentum*) y lechugas (*Lactuca sativa*)". *Química de Alimentos*, 119, 738–74.
- Lima, G., y Vianello, F. (2011): "Revise las principales diferencias entre alimentos orgánicos y convencionales a base de plantas". *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 46, 1–13.
- Lin, T., Durance, T., y Scaman, C. (1998): "Caracterización de rebanadas de zanahoria al vacío en microondas, aire y liofilizado". *Food Research International*, 31, 111-117.
- Lombardi, G., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A., Cappelloni, M., (2004): "Nutrientes y moléculas antioxidantes en ciruelas amarillas (*Prunus domestica* L.) de producciones convencionales y orgánicas: un estudio comparativo". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52, 90-94.
- Mehdi, S., Sahkir, A., Sadiq, M., Sarfaraz, M., Hassan, G., Akhtar, J. y Jarnil, M. (2001): "Efecto del fósforo, el zinc y el estiércol del corral en presencia de nitrógeno y potasa sobre la concentración de N, P y Zn en el arroz". *Journal of Biological Sciences*, 4, 342-343.
- Méndez, M. J. y Viteri, S. E. (2007): "Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá". *Agronomía Colombiana*. 25(1), 168-175.
- Naeem, M., Iqbal, J., Bakhsh, M. (2006): "Estudio comparativo de fertilizantes inorgánicos y abonos orgánicos sobre los componentes de rendimiento y rendimiento del frijol mungo (*Vigna radiat* L.)". *Journal of agriculture and social sciences*. 2, 227-229.
- 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. 54.
- 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.
- Soltoft, M., Bysted, A., Madsen, K., Mark, A., Bügel, S., Nielsen, J., y Knuthsen, P. (2010): "Efectos de los sistemas de crecimiento orgánico y convencional 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

- Sousa, C., Pereira, D., Pereira, J., Bento, A., Rodrigues, M., Dopico, S., Valentão, P., Lopes, G., Ferreres, F., Seabra, R., & Andrade, P. (2008): “Análisis multivariante de fenólicos de repollo tronchuda (*Brassica oleracea* L. var. Costata DC): influencia de los fertilizantes”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56, 2231-2239
- Suresh, K., Sneha, G., Krishna, K., Mool, C. (2004): “Carbono de biomasa microbiana y actividades microbianas de suelos que reciben fertilizantes químicos y enmiendas orgánicas”. *Journal Archives of Agronomy and Soil Science*, 50, 641-647. doi:10.1080/08927010400011294
- Willer, H., Kilcher, L., (2012): *El mundo de la agricultura orgánica: estadísticas y tendencias emergentes*. FiBL e IFOAM, Frick y Bonn, 331.
- 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., Cheung, C. (1999) : «Utilización de compost de estiércol para agricultura orgánica en Hong Kong». *Bioresource Technol.* 67, 43–46.
- Wu, B., Pan, Z., Qu, W., Wang, B., Wang, J., Ma, H. (2014): “Efecto del escaldado en seco y la destrucción previa simultánea sobre las características de calidad de las rodajas de zanahoria”. *LWT- Journal of Food Science and Technology*. 57, 90-98.
- Zehetner, F., Miller, W., West, L. (2003): “Pedogénesis de suelos de cenizas volcánicas en el Ecuador andino”. *Soil Science Society of America*, 67 (6), 1797-1809.