



Comportamiento agronómico de la espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.) con diferentes niveles de Bokashi bajo condiciones de ambiente protegido en la ciudad de El Alto

Agronomic behavior of purple spinach (*Atriplex hortensis* L.) with different levels of Bokashi under protected environmental conditions in the city of El Alto

Franklin Reynaldo Chambi Zubieta, Wilfredo Blanco Villacorta y Freddy Carlos Mena Herrera

RESUMEN:

El presente trabajo de investigación fue realizada en FOCAPACI (Centro de Formación y Capacitación para la Participación Ciudadana), del Distrito 8, de la Ciudad de El Alto (Urbanización Ventilla 1). El objetivo fue evaluar el efecto de niveles de Bokashi en las variables agronómicas y fases fenológicas, de rendimiento y el análisis económico de la espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.), bajo condiciones de ambiente protegido. El trabajo de investigación se realizó en un ambiente atemperado, se aplicó un D.C.A. con 4 tratamientos y 4 repeticiones, el procedimiento consistió en preparar los niveles de abonamiento con los siguientes tratamientos: T1 fue el testigo (estiércol de ovino 20 tn/ha), T2 abono orgánico Bokashi 10 tn/ha, T3 abono orgánico Bokashi 30 tn/ha, T4 abono orgánico Bokashi 60 tn/ha. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro del tallo, largo de hoja, ancho de hoja, largo del peciolo, número de hojas, peso de la materia verde y rendimiento de materia verde. Los principales resultados muestran que el tratamiento 4 fue el que tuvo mejor comportamiento en cuanto a las variables agronómicas evaluadas frente a los otros tratamientos. En cuanto a las variables de rendimiento el tratamiento 4 presento los mejores pesos por planta y rendimiento respectivamente. Por lo tanto, se puede concluir indicando que la adición del abono orgánico Bokashi al sustrato de producción mejora las variables agronómicas y de rendimiento.

PALABRAS CLAVE:

Espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.), abono orgánico Bokashi, estiércol de ovino, ambiente atemperado.

ABSTRACT:

This research work was carried out in FOCAPACI (Center for Training and Training for Citizen Participation), District 8, of the City of El Alto (Urbanization Ventilla 1). The objective was to evaluate the effect of Bokashi levels on agronomic variables and phenological, yield and economic analysis of purple spinach (*Atriplex hortensis* L.), under protected environment conditions. The research work was carried out in a temperate environment, a D.C.A. was applied with 4 treatments and 4 repetitions, the procedure consisted of preparing the levels of payment with the following treatments: T1 was the witness (sheep manure 20 tn/ha), T2 organic fertilizer Bokashi 10 tn/ha, T3 organic fertilizer Bokashi 30 tn/ha, T4 to organic Bokashi 60 tn/ha. The assessed variables were plant height, stem diameter, leaf length, leaf width, petiole length, number of leaves, weight of green matter and yield of green matter. The main results show that treatment 4 was the best performing for agronomic variables evaluated against the other treatments. As for the yield variables the treatment 4 present the best weights per plant and yield respectively. It can therefore be concluded by stating that the addition of Bokashi organic fertilizer to the production substrate improves agronomic and yield variables.

KEYWORDS:

Purple spinach (*Atriplex hortensis* L.), Bokashi organic fertilizer, sheep manure, temperate environment.

AUTORES:

Franklin Reynaldo Chambi Zubieta: Estación Experimental Patacamaya. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. e.umsa.aa@gmail.com
Medardo Wilfredo Blanco Villacorta: Ing. MSc. Docente Investigador. Estación Experimental Patacamaya. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. mwblanco1@umsa.bo
Freddy Carlos Mena Herrera: Ing. Agrónomo. Docente Investigador. Estación Experimental Patacamaya. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. cafre4@hotmail.com



Recibido: 22/05/2020. Aprobado: 25/05/2020.

INTRODUCCIÓN.

La agricultura orgánica en nuestro país es de mucha importancia debido a que aporta a la conservación del medio ambiente y preservar la salud humana. Por lo tanto, los productos orgánicos son más saludables y libres de agentes

tóxicos, con la utilización de abonos orgánicos como el estiércol de ovino, además de aportar materia orgánica y humus existe mayor actividad de microorganismos que contribuye a mejorar la fertilidad del suelo ya que la aplicación de productos químicos ha provocado resultados

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Formación y Capacitación para la Participación Ciudadana (FOCAPACI), ubicado en la Urbanización Ventilla 1 del Distrito 8, de la ciudad de El Alto, Provincia Murillo del Departamento de La Paz, geográficamente está ubicada a una altura promedio de 4000 msnm, en las coordenadas 68°17' de longitud oeste y 16° 30' de latitud sur a una distancia de 5 km al sureste de la Ceja de El Alto. La zona se caracteriza por dos épocas; la época seca que contempla desde el mes de abril hasta noviembre; en parte de este periodo se presenta la época de invierno desde el mes de abril a agosto (ZONISIG, 1998).

El experimento se realizó en un ambiente atemperado de una caída o un agua, cuya estructura está formado por ladrillos, cemento, callapos de eucaliptos, tranquilas, agro film, para sujetar el plástico, se utilizó bandas de telas clavadas en los callapos con clavos de 2 pulgadas.

Los materiales utilizados fueron: semillas de espinaca morada, estiércol seco de ovino, abono orgánico Bokashi, picotas, chontilla, palas, rastrillo, carretilla, malla cernidora, estacas, clavos, marbetes, letreros, mochila de aspersión (20 litros), flexómetro, Regla milimétrica, guantes, botas, vernier, baldes, colador, romana, overol, termómetro de máximas y mínimas, balanza analítica, hojas de registro, computadora, cuaderno de campo, lapicero, tijera, cámara fotográfica, cinta PH metro, paquete estadístico. El trabajo de investigación se realizó el 01 de septiembre del 2016 hasta el 24 de mayo del 2017. Iniciándose con la elaboración del abono orgánico Bokashi y la siembra, concluyo con la cosecha a los 84 días después de la siembra.

El abono orgánico Bokashi fue elaborado en el mismo ambiente (ambiente atemperado).

Se procedió a la construcción de las platabandas que tenía la siguiente dimensión un largo de 2 m, ancho de 1m, con un área de 2 m² y una profundidad de 30 cm. Se construyeron un total de 16 platabandas con ladrillo y macetas con diferentes plantas sembradas.



Figura 2. Abono orgánico Bokashi.

La siembra se realizó en forma manual empleando el método por golpe colocando 3 a 4 semillas por golpe a una profundidad de 1-1,5 cm obteniendo una densidad de siembra (distancia entre surco 0,25 m y distancia entre plantas de 0,25 m), después se cubrió con el mismo sustrato en la respectiva platabanda.



Figura 3. La siembra.

El refalle se llevó a cabo dos semanas posteriores a la siembra reponiendo aquellas plantas que murieron, presenten daños o no se hubiesen adaptado.

El riego realizado fue cada 48 horas o más, dependiendo del contenido de agua del sustrato, con una lámina de agua aproximada de 80 litros/48 horas.



Figura 4. Aplicando el riego.

Durante el desarrollo del cultivo hubo presencia de pulgones, la incidencia fue significativa la cual se controló con agua de jabón y tabaco cada 7 días.



Figura 5. Fumigación con extracto de tabaco y jabón.

Las cosechas se la realizaron manualmente en forma escalonada, quitando las hojas desde la base cuidadosamente, las hojas mejor desarrolladas. La primera cosecha se realizó a los 49 días, la segunda cosecha se realizó a los 63 días y la tercera cosecha se realizó a los 84 días después de la siembra.

La cosecha se efectuó en horas de la mañana, luego se colocó en bandejas, posteriormente fueron seleccionados para su posterior embolsado para la venta.



Figura 6. Disposición de tratamiento.

Se construyó 4 tratamientos (T_1 = Testigo el estiércol de ovino 20 tn/ha, T_2 = Abono orgánico Bokashi 10 tn/ha, T_3 = Abono orgánico Bokashi 30 tn/ha, T_4 = Abono orgánico Bokashi 60 tn/ha.) mismos que fueron distribuidos completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue un grupo de 32 plantas en 2 m² en cada tratamiento correspondiente.

Las Variables Fenológicas

Estas variables fueron, días de emergencia, días de la formación o crecimiento foliar, días al macollamiento, días de la cosecha, días de floración, días de fructificación, días de senescencia.

Variables Agronómicas

Estas variables fueron evaluados al momento de la cosecha. Altura de planta (cm), diámetro del tallo (mm), largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm), largo del peciolo (cm), número de hojas, peso de la materia verde (g/planta).

Variables de Rendimiento

Para evaluar este variable se realizó en las tres cosechas quitando las hojas desde la base cuidadosamente. El rendimiento en (g/m^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Variables fenológicas

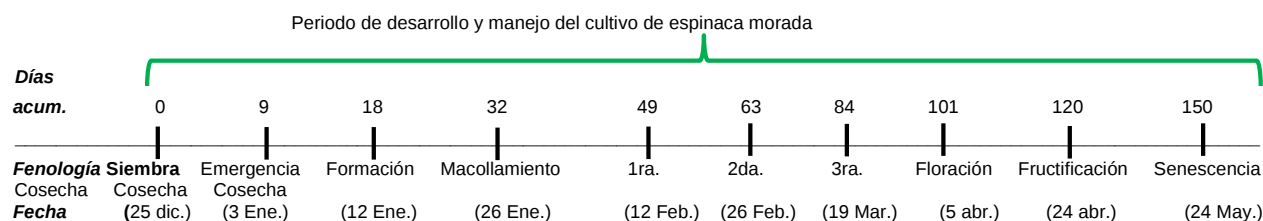


Figura 7. Fases fenológicas del cultivo de la espinaca morada.

La primera cosecha se realizó cuando las hojas alcanzaron un tamaño comercial, como también se consideró el cambio en su coloración y las siguientes cosechas fueron aproximadamente cada 14 días, periodos en los cuales las hojas alcanzaron tamaños comerciales entre 10 a 12 cm de longitud.

Por lo tanto, esta información fue recabada de la investigación, no se encontró otro tipo de información para su comparación.

Variables agronómicas

Los promedios de altura de planta antes de la primera cosecha (a los 49 días), son diferentes estadísticamente, obteniéndose el mejor resultado con el T-4 con 15,19 cm, correspondiendo al tratamiento que tiene la mayor cantidad de abonamiento orgánico de Bokashi y el valor más bajo se obtuvo con el T-1 con 12,35 cm, que corresponde al tratamiento testigo, el cual solo tiene estiércol de ovino seco en el sustrato. Al respecto, Girón (2012), en su estudio de la aplicación de Bokashi y lombriabono en el rendimiento de la espinaca, bajo el método de cultivo biointensivo en la Localidad de San Ignacio en El Salvador, obtuvo un promedio de altura de 22,42 cm (Composta + Bokashi), superior al resultado obtenido en el presente estudio. Por otro lado, Tito (2016), en un estudio con forraje verde de maíz aplicando

cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, obtuvo la altura de 25,11 cm (abono orgánico de Bokashi), valor mayor al del presente estudio. De acuerdo con los datos obtenidos en cuanto a altura de planta se pudo evidenciar que en los estudios realizados tuvieron mejores resultados, posiblemente porque en todos los casos se realizó una producción en el suelo, el abonamiento orgánico de Bokashi tuvo un mejor efecto.

Para la variable diámetro de tallo que se realizó antes de la primera cosecha (a los 49 días), no son diferentes estadísticamente, esto debido a que se encontró similitud en el diámetro de tallo, el mejor tratamiento fue T-4 con 5,20 mm. Al respecto, Calle (2005), en su estudio de efecto de los abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantines de cacao en vivero en la Localidad de Sapecho, obtuvo en promedio de 6,86 mm, de diámetro de tallo (Tierra + Bokashi), valor mayor al del presente estudio. Por otro lado, Girón (2012), en su estudio de la aplicación de Bokashi y lombriabono en el rendimiento de la espinaca, bajo el método de cultivo biointensivo en la Localidad de San Ignacio en El Salvador, obtuvo en promedio de 30,58 cm, de diámetro de tallo (Composta + Bokashi), superior al resultado obtenido en el presente estudio. De acuerdo con los datos obtenidos en cuanto al diámetro de tallo se pudo evidenciar que en los estudios realizados tuvieron mejores resultados, posiblemente

porque en todos los casos se realizó una producción en el suelo, el abonamiento orgánico de Bokashi tuvo un mejor efecto.

Según promedios de longitud de hoja que se realizó antes de la primera cosecha (a los 49 días), son diferentes estadísticamente, obteniéndose el mejor resultado con el T-4 con 7,81 cm. Al respecto, Restrepo (2001), indica los resultados que se obtienen en la producción agrícola son excelentes, con la aplicación de abonos orgánicos, debido a que en su composición se encuentran todos los elementos nutritivos. Por su parte, Véliz (2014), en un estudio con el cultivo de sábila aplicando tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en la Comunidad de Guastatoya en Guatemala obtuvo la longitud de la hoja de 56,22 cm (abono tipo Bokashi), valor mayor al del presente estudio. De acuerdo con los datos obtenidos de longitud de hoja se pudo evidenciar que en los estudios realizados tuvieron mejores resultados, son atribuibles a una equilibrada y eficaz nutrición por parte del cultivo con el nivel de abonamiento de Bokashi, esto se debe a la absorción de los nutrientes favoreciendo el crecimiento de las hojas.

Para el variable ancho de hoja que se realizó antes de la primera cosecha (a los 49 días), son diferentes estadísticamente, obteniéndose el mejor resultado con el T-4 con 6,68 cm. Al respecto, Sánchez (2011), menciona que es conocido que el alto contenido de microorganismos en el abono orgánico aumenta la reabsorción de los minerales que se encuentran en el suelo, como los son fósforo, nitrógeno, potasio, hierro, magnesio, molibdeno, entre otros. Por otro lado, Ticona (2012), afirma que la obtención de nutrientes propicia una vía segura y estable de nutrientes esenciales disponibles para las plantas; además estimula los procesos metabólicos y con ello el crecimiento vegetal. De acuerdo con los datos obtenidos en cuanto al diámetro de tallo se pudo evidenciar que en los estudios realizados tuvieron mejores resultados,

esto se debe a la asimilación del Bokashi por la planta, es decir que se haya absorbido la mayor cantidad de nutrientes a través de una difusión pasiva y esta sea transportado (a través del xilema y floema) de las hojas a otros sitios donde sean requeridos.

Según promedios del largo de peciolo que se realizó antes de la primera cosecha (a los 49 días), no son diferentes estadísticamente, esto debido a que se encontró similitud en el largo de peciolo, el mejor tratamiento fue T-4 con 3,29 cm y el valor más bajo se obtuvo con el T-1 con 2,88 cm, que corresponde al tratamiento testigo. Estos datos nos muestran que el T-4 tuvo un mayor efecto, esto se debe a que el abono orgánico proporciona los nutrientes necesarios para el buen crecimiento y desarrollo del cultivo y al no aplicar el Bokashi se obtuvo un menor crecimiento y desarrollo en el largo de peciolo del cultivo de espinaca morada.

Tomando en cuenta la importancia de las hojas en el cultivo de la espinaca morada, más que todo por su valor comercial, se dio importancia al número de hojas por planta antes de la primera cosecha (a los 49 días). El mejor resultado se obtuvo con tratamiento es el T-4 con 13,00 hojas. Por lo tanto, la cantidad de Bokashi en el sustrato, determino el número de hojas en los tratamientos, a mayor cantidad de Bokashi mayor número de hojas. Al respecto, Estrada (2003), menciona con la aplicación fraccionada de nitrógeno, con un buen nivel de abono líquido obtuvo gran cantidad de hojas/planta en tres cosechas, esto demuestra que el cultivo de espinaca requiere mayor cantidad de nitrógeno para un mayor desarrollo en cuanto a número de hojas. Al respecto, Calle (2005), en su estudio de efecto de los abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantines de cacao en vivero en la Localidad de Sapecho, obtuvo en promedio de 11,5 hojas (Bokashi), valor menor al del presente estudio. De acuerdo con los datos obtenidos en cuanto al número de hojas por planta se pudo evidenciar que en los estudios realizados tuvieron

mejores resultados, posiblemente a la adición de Bokashi en los diferentes tratamientos favoreció la formación de mayor número de hojas.

Los promedios de peso de la materia verde que se realizó antes de la primera cosecha (a los 49 días), son diferentes estadísticamente, obteniéndose el mejor resultado con el T-4 con 8,83 g, correspondiendo al tratamiento que tiene la mayor cantidad de abonamiento orgánico de Bokashi (60 tn/ha) y el valor más bajo se obtuvo con el T-1 con 4,67 g, que corresponde al tratamiento testigo, el cual solo tiene estiércol de ovino seco en el sustrato. Al respecto, Calle

(2005), en su estudio de efecto de los abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantines de cacao en vivero en la Localidad de Sapecho, obtuvo en promedio de 35,2 g (Bokashi), valor mayor al del presente estudio. Por otro lado, Girón (2012), en su estudio de la aplicación de Bokashi y lombriabono en el rendimiento de la espinaca, bajo el método de cultivo biointensivo en la Localidad de San Ignacio en El Salvador, obtuvo en promedio de 40,85 g (Composta + Bokashi), superior al resultado obtenido en el presente estudio. De acuerdo con los datos obtenidos en cuanto al peso de la materia verde se pudo evidenciar que en los estudios realizados tuvieron resultados similares.

Tabla 1. Variables agronómicas.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Largo de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	Largo de peciolo (cm)	Numero de hojas	Peso de la materia verde (g/planta)
1	12,35 c	4,55 a	6,66 b	5,64 b	2,88 a	10,50 b	4,67 c
2	13,40 bc	4,73 a	6,97 ab	6,13 ab	3,04 a	11,17 b	7,42 b
3	14,00 ab	4,93 a	7,55 ab	6,53 ab	3,18 a	12,00 ab	7,79 ab
4	15,19 a	5,20 a	7,81 a	6,68 a	3,29 a	13,00 a	8,83 a

a, b y c son las medias estadísticas de la prueba de Tukey al 5%

Variables de rendimiento

Para la variable rendimiento de materia verde de las tres cosechas (a los 84 días), el mejor tratamiento es el T-4 con 60 tn/ha de Bokashi en el sustrato con un valor de 560,16 g/m². Al respecto, Gordon (1992), indica que el crecimiento de los cultivos se reduce drásticamente si no se encuentran presentes las cantidades adecuadas de nitrógeno, esta afirmación corrobora los datos obtenidos sin la aplicación de ningún abono orgánico. Por su parte, Tito (2016), en un estudio con forraje verde de maíz aplicando cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, obtuvo un promedio de 25,73 kg/m² en el

rendimiento de materia verde (abono orgánico de Bokashi), valor mayor al del presente estudio

Tabla 2. Variable de rendimiento.

Tratamiento	Rendimiento (g/m ²)
1	334,68 c
2	412,44 b
3	521,88 a
4	560,16 a

a, b y c son las medias estadísticas de la prueba de Tukey al 5%

De acuerdo con los datos obtenidos en cuanto al rendimiento se pudo evidenciar que en los estudios realizados tuvieron mejores resultados, posiblemente porque en todos los casos se realizó una producción en el suelo,

nuestro estudio está enfocado al cultivo en sustrato, la adición abono orgánico de Bokashi en los diferentes tratamientos favoreció el rendimiento.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos señalados y resultados obtenidos, luego de haber realizado el respectivo análisis e interpretación se llegó a las siguientes conclusiones:

El tratamiento 4 que corresponde al que tiene la mayor cantidad de abono orgánico de Bokashi (60 tn/ha) fue el que tuvo mejor comportamiento en cuanto a las variables agronómicas y de rendimiento.

Por lo tanto, se puede concluir indicando que la adición de abono orgánico de Bokashi al sustrato de producción mejora las variables agronómicas y de rendimiento.

Por otro lado, para las fases fenológicas del cultivo, trascurrieron 150 días desde la siembra hasta la senescencia, no se encontró información para su comparación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Calle, J. (2005). Efecto de los abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero, Sapecho, Alto Beni. Tesis de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 53 - 65.

CIPCA. (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado Regional Altiplano), (2014). Producción Agroecológica, Fertilidad del Suelo, Abonos y Control de Plagas. Primera Edición. La Paz, Bolivia. p. 12 - 13.

Estrada, J. (2003). Aplicación fraccionada de nitrógeno y análisis de crecimiento en dos variedades de espinaca. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía. p. 82.

FOCAPACI. (2011). Investigaciones Experimentales para el Mejoramiento de Productivo en Carpa Solar. El Alto, Bolivia. p. 1 - 2.

Girón, C. (2012). Influencia de la aplicación de Bokashi y lombriabono en el rendimiento de calabacín (*Cucurbita pepo* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y remolacha (*Beta vulgaris* L.), bajo el método de cultivo biointensivo, San Ignacio, Chalatenango. Tesis de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Ciudad Universitaria, El Salvador. p. 41 - 46.

GOOGLE EARTH. (2018). Recuperado a partir de: <http://www.google.maps.com>

Gordon, H. (1992). Horticultura. Editorial A.G.T.S.A. México. p. 724.

Restrepo, J. (2001). Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José, Costa Rica. p. 120.

Sánchez, M. (2011). Evaluación de tres abonos orgánicos en diferentes dosis de aplicación en el rendimiento del cultivo de rosa (*rosa* sp.) var. freedom. Riobamba, Ecuador. Tesis Ingeniero Agrónomo. p. 4 - 5.

Ticona, O. (2012). Evaluación del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), bajo el efecto de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos en la comunidad de Chumisa (Tacacoma, La Paz). Tesis para optar al

grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 25 - 28.

Tito, A. (2016). Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz. Tesis de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 53 - 65.

Veliz, E. (2014). Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila. Guastatoya, El Progreso. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Campus San Luis Gonzaga de Zacapa, Guatemala. p. 49 - 56.

ZONISIG. (1998). Zonificación Agroecológica y Socioeconómica de la cuenca del Altiplano del Departamento de La Paz, Bolivia.