

Caracterización del abono Bocachi y su aplicación en el cultivo del pimentón (*Capsicum annum*, L.), en el estado Falcón

Roberto Alonso Labarca Arrieta

robertoalabarca15@hotmail.com

Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierra
Venezuela

Luis Gustavo González Gómez

robertoalabarca15@hotmail.com

Universidad de Granma

Cuba

Orlando S. González Paneque

robertoalabarca15@hotmail.com

Universidad de Granma

Cuba

María Caridad Jiménez Arteaga

robertoalabarca15@hotmail.com

Universidad de Granma

Cuba

RESUMEN

La investigación se realizó en la población de las Ventosas, municipio Colina, en la U.P.S. "María Anastasia Perón", en una casa de cultivo se elaboró un abono tipo Bocashi con una mezcla de 4 m³ de estiércoles caprino, equino y bovino, más 5 m³ de aserrín, 4 litros de melaza, cuatro kilos de levadura, 12 kilos de cenizas y 600 litros de agua, se cubrió con una manta por 28 días. Se analizaron las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo antes de la aplicación del abono orgánico Bocashi a los 35 y 135 días después de la aplicación, se montó un experimento con diseño de bloque al azar con tres réplicas y tres tratamientos donde se aplicó (T1): 10,000 kg/ha y (T2): 5.000 kg/ha del abono Bocashi y (T3); 100% fertilización química. Se realizó un semillero con semillas de pimentón de la variedad MAGISTRAL se hizo el trasplante a los 35 días después de la siembra en bandeja a razón de 2 hileras a 80 x 20 cm. Se efectuó la cosecha a partir de los 78 días del trasplante (cinco cosechas) y se determinó el rendimiento total. (kg/m²). Para el procesamiento de los datos tomados se empleó un análisis de varianza de clasificación doble y cuando existió, diferencias significativas se utilizó una prueba de comparación múltiple de medias para un nivel de significación del 5 % de probabilidad del error con el paquete estadístico ESTADITICA, versión 8.0 sobre Window.

Descriptores: Bocashi; pimentón; rendimiento; casa de cultivos.

Characterization of the Bocachi fertilizer and its application in the cultivation of paprika (*Capsicum annum*, L.), in the state of Falcón

ABSTRACT

The research was conducted in the population of the suction cups, municipality Hill, in the U.P.S. "Mary Anastasia Peron" in a house of culture, a type fertilizer Bocashi was developed with a mixture of 4 m³ of manure goats, horses and cattle, plus 5 m³ of sawdust, 4 liters of molasses four kilos of yeast, 12 kilos ash and 600 liters of water, covered with a blanket for 28 days. the physical, chemical and biological soil properties were analyzed prior to application of organic fertilizer Bocashi at 35 and 135 days after the application, an experiment with block design was mounted to random three replicates and three treatments where applied (T1): 10,000 kg / ha and (T2): 5,000 kg / ha of manure Bocashi and (T3); 100% chemical fertilizer. a hotbed of paprika seeds of the variety KEYNOTE transplantation was performed at 35 days after planting tray at 2 rows 80 x 20 cm. harvest took place from the 78 days of transplantation (five harvests) and total yield was determined (kg / m²). For processing the taken data analysis of double classification variance it was used and when there was significant differences test multiple comparison of means was used for a significance level of 5% probability of error with the statistical package ESTATITICA version 8.0 on Window.

Keywords: Bocashi; paprika; performance; crops's house.

INTRODUCCIÓN

En el estado Falcón, pimentón (*Capsicum annum*, L.) reviste una gran importancia, ya que representa la hortaliza de mayor crecimiento en superficie de siembra y volumen de producción en los últimos años. En 1992 se cosecharon 2.200 ha que produjeron 24.160 t y para el año 2003, la superficie se ubicó en 4.200 ha con un volumen producido de 63.000 t., la producción de pimentón está localizada en la región centro – occidental (Falcón, Lara y Yaracuy), la cual aporta, aproximadamente EL 60% del total nacional y el resto del país (Aragua, Carabobo, Guárico, Trujillo y región nor-oriental) con 40%, y dado a que la aplicación de los abonos orgánicos revisten una gran importancia en la actualidad, se realizan diversos esfuerzos con el fin de recuperar la productividad y la fertilidad del suelo con el empleo de tecnologías que faciliten la asimilación de algunos nutrientes y disminuyan los signos de degradación presentes en los suelos (John *et al.* 2006).

La materia orgánica contribuye a mantener la estructura del suelo y en mayor o menor grado a un gran número de funciones físicas, químicas y biológicas del mismo. (Njukeng *et al.* 2013, citado por Araujo *et al.* 2014) La incorporación de ésta al suelo produce varios efectos favorables: como aportar nutrientes minerales al suelo para el crecimiento de las plantas, cuya liberación se produce en largos periodos de tiempo (Chirila *et al.* 2013, citado por Araujo *et al.* 2014), otros como que provoca efectos favorables sobre la economía del agua, la aireación y el poder retentivo de los nutrimentos. Su adición beneficia las condiciones físicas del suelo, disminuye la compactación, favorece el desarrollo de las raíces de las plantas y la labranza del suelo planta (Donahue *et al.* 1998; Louisa y Taguiling, 2013, citado por Araujo *et al.* 2014) y también activa biológicamente al suelo al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes durante su descomposición, que sirven de fuentes de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno (Dong *et al.* 2012, citado por Araujo *et al.* 2014).

Entre los fertilizantes orgánicos más comúnmente usados se encuentra el Bocashi por su alta calidad y rapidez a estar listo para ser utilizado en los cultivos, a su vez su preparación es muy sencilla y económica (Ramos *et al.*, 2014). El Bocashi (término del idioma japonés que significa, abono orgánico fermentado), incorpora al suelo materias orgánicas y nutrientes esenciales como, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; los cuales, mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo, estos abonos tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas (Ramos *et al.* 2014).

En general el pimiento cultivado en invernadero, por su calidad y sanidad, puede alcanzar un precio hasta cinco veces mayor que el proveniente de siembra a cielo abierto, sobre todo si se comercializa hasta que el fruto toma el color característico de la variedad bien sea rojo, naranja, amarillo, crema, chocolate y morado (Jovicich *et al.* 2004).

El uso indiscriminado de fertilizantes minerales y otros químicos en el cultivo del pimentón, en condiciones de cultivo protegido (en el municipio Colina, estado Falcón), en los suelos vertisoles, ha provocado afectaciones de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, encareciendo los costos de producción por lo que consideramos

que la aplicación del fertilizante orgánico Bocashi en los suelos vertisoles en condiciones de cultivos protegidos, mejora el nivel nutricional para el cultivo del pimentón y las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Nos propusimos como objetivo general “Caracterizar el abono Bocashi y su aplicación en el cultivo de pimentón en condiciones de cultivo protegidos, en suelos vertisoles en el municipio Colina, estado Falcón”

METODOLOGIA EMPLEADA

El estudio se realizó en la unidad de producción “María Anastasia Perón”, sobre un suelo Oxisol de la Parroquia La Vela, sector Las Ventosas del Municipio Colina, estado Falcón, en una casa de cultivo.

Metodología para la elaboración del Bocashi

Se realizó una preparación del abono contando con 4 m³ de estiércol de caprino (material extraído de corrales vecino a la U.P.S. “María Anastasia Perón”, 4 m³ de estiércol de equino (material extraído de corrales establecidos en la parque ferial, y 4 m³ de estiércol de bovino (material extraído de unidades de producción de la localidad de Chipare), se le añadió 5 m³ de aserrín (aserraderos vecinos a la U.P.S. “María Anastasia Perón), 4 litros de melaza disuelta en dos pipas de 200 litros de agua, cuatro kilos de levadura, 12 kilos de cenizas y 600 litros de agua, posteriormente, se procedió a realizar capas de cada uno de los materiales seleccionados para tal fin creando una mezcla homogénea de todos los componentes, se cubrió con una manta de polietileno de color negro durante 21 días.

Tratamientos empleados en el ensayo

Para la evaluación se procedió a realizar las aplicaciones correspondientes a cada uno de los tratamientos con la siguiente distribución:

- Tratamiento 1: Se aplicó 10,000 kg/ha del abono Bocashi.
- Tratamiento 2: Se aplicó 5.000 kg/ha del abono Bocashi.
- Tratamiento 3: Se aplicó 100% fertilización química.

Se hizo la aplicación del Bocashi por planta incorporando 46,8 kg de Bocashi/cantero para el tratamiento al (T1) a razón de 1,2 kg/m² y 23,4 kg de Bocashi/cantero, para el (T2) a razón de 0,6 kg/m². Esta aplicación se realizó una vez por semana durante 6 meses.

La casa de cultivo, utilizada para realizar en trabajo de investigación cuenta con 40 m de largo en dirección de norte a sur, 20 m de ancho y su parte más alta 7 m de altura.

Se realizó un análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, se realizaron muestreos en dos momentos, a los 35 días o sea en el momento de la aplicación de los diferentes tratamientos y a los 135 días postrasplante. Se tomaron tres muestras por tratamiento aplicado a 20 cm de profundidad a una distancia de 10 cm de la planta, realizando cada toma de muestras con un espaciamiento de 9 m uno del otro. Los análisis químicos y físicos de las muestras fueron realizados por la unidad de servicio de análisis de suelo-agua-planta del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) INIA – Aragua. Se realizó el análisis químicos de los elementos siguientes: fósforo (mg/kg) se determinó por el método de OLSEN, potasio (mg/kg) se determinó por el método de OLSEN, calcio (mg/kg) se determinó por el método de MORGAN MODIFICADO, magnesio (mg/kg) se determinó por el método de MORGAN MODIFICADO, materia orgánica (%) fue determinado por el método WALKLEY AND BLACK, pH y conductividad eléctrica, fue determinada por soluciones de suelo.

Los análisis biológicos de las muestras fueron realizados en el Laboratorio de Protección Vegetal en el servicio de diagnóstico de plagas y enfermedades del INIA – CENIAP. Los análisis fueron realizados para determinar hongos y bacterias presentes en las muestras tomadas, el cual se realizaron bajo la siguiente metodología; para la determinación de hongos (micología ,ufc/g) diluciones en plato Agar , para la determinación de bacteria (Bacteriología, concentración UFC/mL) diluciones seriadas, tinción de Gram y pruebas fisiológicas y bioquímicas, y para la determinación de nematodos (nematología 100 cm³ de suelo) se realizó por método de gravedad de Cobb mas embudo de Baermann.

Se utilizaron semillas híbridas de pimentón MAGISTRAL el cual fue adquirida en la casa comercial Agropecuaria El Porvenir C.A, se procedió a la preparación del semillero, donde se prepararon ocho bandejas con una capacidad de 200 plántulas cada una.

Se utilizó el sustrato comercial EUROMIX importado de 225 L, el cual posee características inertes acompañado de perlitas, piedra caliza y dolomita además de contener un pH neutro, facilitando la aireación en el crecimiento de las plántulas, dichas bandejas fueron colocadas en un galpón protegido durante un periodo de 15 días siendo tapadas con papel periódico a lo largo de siete días hasta su germinación, aplicando tres riegos al día con agua sola hasta alcanzar los 15 primeros días. A partir de esta fecha se trasladaron a la casa de cultivo, bandejas de germinación separadas por cada cantero regándola tres veces al día durante 20 días.

A su vez se realizó la construcción de los canteros de aproximadamente 20 cm de la parte superficial del suelo, con el propósito de mejorar la porosidad y aireación y por consiguiente apilarlo en forma de camellones sin borduras.

Las plántulas de pimentón fueron trasplantadas a los 35 días después de la siembra en bandeja. Se establecieron en un arreglo espacial a razón de 2 hileras por camellón, contando con un distanciamiento entre hileras de 80 cm y entre plantas 20 cm, para una densidad de plantas por cantero de 258 plantas.

Las atenciones culturales se realizaron de acuerdo a las exigencias del cultivo como, riego, fertilización y control de plantas arvenses.

Para el control de insectos plagas se realizaron 4 liberaciones de *Crisopas* (*Chysoperla* sp.) a lo largo de todo el ciclo, para el control de hongos fitopatógenos se realizaron 8 aplicaciones de *Trichoderma* sp y *Bauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, proporción 30 g/16litros de agua frecuencia 2 veces por semana.

La primera cosecha o despunte se realizó a los 78 días después del trasplante, donde se seleccionaron los frutos por planta para su evaluación donde cada fruto tuvieran las siguientes características, buen color, sin daños mecánicos, quemado en la zona basal, perforaciones de insectos plagas, luego de estas revisiones posteriormente fueron ensacados y pesados con una pesa volumétrica de capacidad 100 Kilogramos, seguidamente se realizaron cinco cosechas hasta finalizar el periodo de cosecha.

Se determinación el rendimiento total (kg/m^2). Se pesaron el total de frutos cosechados por cada cantero por tratamiento realizando una ponderación con el total de plantas existentes por cada metro cuadrado, para ello se cosechaba los frutos en su etapa de maduración.

El diseño experimental empleado fue con un diseño de bloque al azar con tres réplicas (canteros) y tres tratamientos para un total de nueve canteros en el experimento, para el procesamiento de los datos tomados se empleó un análisis de varianza de clasificación doble y cuando existió, diferencias significativas se utilizó una prueba de comparación múltiple de medias para un nivel de significación del 5 % de probabilidad del error con el paquete estadístico ESTADÍSTICA, versión 8.0 sobre Window.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la Tabla 1 se observó que el pH tendió a ser ligeramente básico lo que a nuestro criterio esta en dependencia del contenido de carbono y de los elementos nutritivos que posee este tipo de abono lo que coincide con Campitelli y Ceppi (2008) en caracterización de abono Bocashi reportaron la relación entre el contenido de carbono total, pH, nitrógeno total y carbono soluble disuelto.

En análisis realizado al suelo de la Finca Mama Pacha en el Estado de Barinas al aplicar Bocashi por Chinchilla (2014) reportó valores de 0.5 ds/m, lo que están por debajo de los valores encontrados por nosotros que fueron de 4.87 ds/m. Jackson (2004) refiere además que la conductividad eléctrica es más variable aún, porque dependiendo de la concentración en sales minerales presentes en solución, cambia mucho según su grado de degradación y su origen.

Al analizar el contenido de materia orgánica podemos decir que es bajo comparado con otros Bocashi desarrollados en otras condiciones pero con distinto tipo de estiércol, reportado por Castillo *et al.* (2000) con valores de MO con contenidos que varían entre 23 y 30%, valores inferiores a lo reportado por Zapata *et al.* (2005) utilizando compost a base de lodos municipales y residuos de corteza de pinos, reportan valores de MO en un rango de 46 a 56%.

La relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación (Picado y Añasco, 2005) por lo que comparándola con este autor fueron bajas, aunque como veremos más adelante causó su efecto favorable en el cultivo del pimentón.

Tabla 1: Análisis de algunas propiedades Físico- Químicas del Bocashi elaborado

	pH relación 1:2,5	CE (ds/m)	MO (%)	CO ₃ ⁻² (%)	Nitrato (µg/g)	Amonio (µg/g)	C/N
Bocashi	8,12	4,87	15,69	8,72	140,70	58,80	8,89

Los niveles de N, P, K, Ca y Mg referidos en la tabla 2 podría asociarse a la calidad de los materiales utilizados, en su elaboración, también, podría ser atribuido al proceso de preparación y porcentaje de humedad, en consecuencia menos lavado de elementos solubles. Con base a estos resultados se infiere que la cantidad de agua aplicada durante el proceso de elaboración del Bocashi debe ser controlada, o de lo contrario, la enmienda podría perder calidad nutritiva, por lavado de elementos solubles. En relación a los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos tienen menores contenidos nutricionales. Por tanto, el abono orgánico con mayor contenido de nutrientes será más apropiado, ya que su aplicación será en menor volumen, y representaría un ahorro económico para el productor. Partiendo de este principio y al evaluar el contenido de cada uno de los elementos nutritivos del bocashi utilizado podemos expresar con relación al contenido de Nitrógeno que este varía de 1.03 en la gallina hasta 0.8 % en estiércol vacuno según Restrepo (1998) y Pedrahita y Caviedes (2012) refieren que el contenido de nitrógeno varía desde 0.8 a 1.05 % en el abono Bocashi, lo que coincide con los resultados obtenidos en nuestro abono con un valor tendiente a lo alto, lo que refleja un buen aporte de nitrógeno cuando fue usado en el pimentón.

Continua planteando por Pedrahita y Caviedes (2012) que el contenido de potasio (K) varía entre 0.4 y 0.68 %, los valores obtenidos por nosotros está dentro del rango planteado por ambos autores.

Con relación al contenido de Calcio mostró nuestro Bocashi valores muy bajos, pero muy altos de Magnesio, lo que indica que en total el contenido de sales que pueden provocar un efecto negativo en el suelo está presente, por lo que habrá que tomar medidas para disminuir la presencia de magnesio.

El alto contenido de Ca observado en el Bocashi con gallinaza se debe a que el tradicional lleva carbonato de calcio (Ca CO_3) y a que la gallinaza tiene un mayor contenido de Ca que las demás fuentes de N (King 1994, CEDAF 2002).

Según (Restrepo, 1998) los valores obtenidos durante el experimento están debajo de los establecidos en la investigación de Restrepo, esto pudo deberse a la dieta que llevaban los animales de donde se tomaron las muestras de materia orgánica para los abonos, ya que ninguno de los animales llevaba una dieta controlada al ser animales de campo y no animales de producción, por otro lado se encontró que factores como el animal mismo y el consumo de agua afectan igualmente los valores anteriormente presentados. Otro aspecto muy importante es el verificar que el animal se encuentre en óptimas condiciones y esté libre de enfermedades, lo cual para el motivo de la investigación no se realizó ya que la materia orgánica recogida era de animales de campo seleccionados por conveniencia.

Aun así los resultados obtenidos en la investigación cumplen con los parámetros establecidos en cuanto al contenido nutrimental de abonos se refiere de acuerdo a lo planteado por Pedrahita y Caviedes (2012).

Tabla 2: Contenido de algunos macro elementos en el abono Bocashi elaborado

Macro elementos				
N	P	K	Ca	Mg
(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)
0,98	0,74	0.61	0,07	5950,33

Al analizar el contenido de la tabla 3; observamos que el cobre (Cu) se encuentra dentro del rango encontrado en otros abonos tipos Bocashi y que fueron señalados por Leblanc *et al.*,(2005) que es entre 10 y 18 %, aunque otros abono similares presentan valores más altos y una posible explicación sería el hecho de que los Bocashi elaborados con bovinaza, cerdaza o araquís-poró recibieron raquis de banano como fuente de C de lenta degradación mientras que el Bocashi con gallinaza recibió cascarilla de arroz.

Con relación al contenido de hierro (Fe), no encontramos referencias en las literaturas consultadas, por lo que no podemos referir si el contenido de este elemento fue bajo o alto.

Con relación al Zinc (Zn), podemos expresar que los valores obtenidos en nuestro abono coinciden con los obtenidos por Leblanc *et al.* (2005) al reportar valores entre 100 y 120 ppm este último valor cuando se utiliza estiércol de cerdo, en nuestro caso fue de 105.44 ppm.

Al evaluar el manganeso (Mn) están por debajo de lo reportado por Leblanc *et al.*,(2005) y coinciden con Piedrahita y Cavidie (2012) en el primero de los casos utilizaron estiércol de cerdo, raquis de plátano y bovinos estabulados, lo que pudieran marcar la diferencia con los resultados obtenidos en nuestro experimento.

Tabla 3: Contenido de algunos micro elementos en el abono Bocashi

Micro elementos				
Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)
10,04	11549,42	105,44	152,40	1456,25

Al realizar un análisis del suelo donde fue aplicado los diferentes tratamientos expresada en la tabla 4, podemos evaluar los resultados de los elementos químicos presentes en el suelo Fosforo, Potasio, Calcio, Materia orgánica pH y Conductividad eléctrica.

Al evaluar estadísticamente cada uno de estos componentes químicos y físicos del suelo, con relación al fosforo (P), se observa que existió diferencias significativas entre

la aplicación de 10 000 kg (T1), aplicación de 5 000 kg (T2) y la aplicación de fertilizante químico (T3).

Con relación al potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y el pH no existió diferencias significativas entre los tratamientos al analizar el suelo, pero con relación a la materia orgánica si existió diferencia significativa entre los tratamientos. Teniendo un valor que se puede considerar alto de acuerdo al contenido de materia orgánica reportado por Restrepo (2001). Similar comportamiento tuvo la conductividad eléctrica.

Tabla 4: Análisis de algunas propiedades químicas de las muestras del suelo a los 135 días postrasplante.

Tratamientos	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (ppm)	MO (%)	pH relación 1:2,5	C.E. (ds/m)
T 1	252.0 a	600.0	200.0	200.0	8.08 a	7.8	4.13 a
T 2	231.0 b	600.0	200.0	200.0	6.40 b	7.86	2.10 b
T 3	145.0 c	541.0	200.0	200.0	3.52 c	7.83	0.73 c
Error Estandart	0.90	1.29	0.0	0.0	0.74	0.02	0.50

Ausencia de letras en las columnas no existe diferencias significativas entre los tratamientos para $p \leq 5 \%$.

Los análisis microbiológicos que se le realizan al Bocashi incluyen la estimación de microorganismos (hongos, actinomicetos y bacterias totales) mediante aislamientos microbiológicos y conteos de las unidades formadoras de colonias (UFC) (Uribe, 2003).

La confección del Bocashi es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, por lo tanto los factores que afecten la actividad microbiana tendrán incidencia directa sobre la transformación y calidad del compost. Los microorganismos presentes en el compostaje producen una serie de enzimas extracelulares como proteasas, amilasa, lipasa y otras que digieren los materiales insolubles, transformándolos en solubles y ser utilizados finalmente por estos como nutrimentos en su crecimiento (Durán y Henríquez, 2007). Uno de los aspectos a controlar es que el Bocashi requiere de volteos frecuentes para mantener temperaturas entre 45 y 50 °C (Soto, 2003), lo que favorece el predominio de grupos de los aerobios mesofílicos y actinomicetes. Por el contrario

temperaturas superiores a 50 °C reducen las poblaciones de hongos (Tiquia *et al.*, 2002).

Se ha establecido que las bacterias y hongos se encargan de la fase mesófila, especialmente bacterias del género *Bacillus* sp, aunque existen también algunos *Bacillus* termófilos. El 10 % de la descomposición es realizada por bacterias y del 15-30 % es realizada por actinomicetos. Después de que los materiales lábiles han desaparecido, los microorganismos predominantes son los actinomicetos, hongos y levaduras (Soto, 2003 y Uribe, 2003), es por ello que realizamos la evaluación de estos en el suelo pocos días después de aplicar el abono Bocashi.

Los valores de colonias de bacterias y actinomicetos resultan ser mayores que los de hongos, posiblemente porque son microorganismos participantes de la nitrificación y amonificación necesarias para la biota del suelo, además la velocidad de reproducción de los hongos es mucho menor a la de las bacterias y actinomicetos (Atlas, 2002). Aspecto que se observa en nuestros resultados ya que es mayor la concentración de hongos que de bacterias.

Obsérvese que en la tabla 5 existe uniformidad en el contenido de bacterias, hongos y nematodos en el suelo objeto de análisis a los 35 días de realizar el trasplante de las posturas de pimentón, esta uniformidad nos indica que esta no es una causa de variación o error a introducir en nuestra investigación y demuestra la uniformidad del suelo como reflejo de su composición física-química.

Tabla 5.- Análisis de la biología del suelo a los 35 días postrasplante

Tipo de material	Microorganismos (log UFC/g)		
	Bacterias Bacillus sp.	Hongos Penicillium sp. Monilliasp.	Nematodos Helicotylenchus sp.
T 1	> 1 x 10 ⁻⁹	2,5 x 10 ⁻⁵	50
T 2	> 1 x 10 ⁻⁹	-	56
T 3	> 1 x 10 ⁻⁹	2,5 x 10 ⁻⁵	56

Nota: + Presencia, - Ausencia.

En general los procesos de descomposición de los residuos están mediados por la actividad de los microorganismos (Boulter *et al.* 2000). Al analizar la concentración de

microorganismos en el suelo a los 135 días después del trasplante observamos que ha ocurrido una sensible disminución de estos con relación a los 35 días después del trasplante, a nuestra consideración es debido al agotamiento de la materia orgánica en el suelo, la cual ha sido transformada totalmente.

En el proceso de descomposición de la MO se presentan rangos de temperatura en los que predominan microorganismos llamados mesofílicos, cuando la temperatura llega hasta los 50 0 C y se le llaman termofílicos cuando se hallan organismos hasta poco más de 60 0C. Durante la última etapa de maduración y enfriamiento predominan los actinomicetos. El proceso de descomposición de residuos orgánicos esta mediado por la actividad de los microorganismos (Boulter *et al.* 2000). Lo que se observó en nuestro caso al verse disminuida la concentración de hongos.

Este resultado puede estar asociado a la madurez del material utilizado, ya que los materiales con menor cantidad de actinomicetos son frescos o no están compostados totalmente. Los organismos presentes durante el proceso de compostaje varían dependiendo de los sustratos y las condiciones del proceso (Soto, 2003). A su vez Tiquia *et al.* (2002), estudio las poblaciones de bacterias heterótrofas, actinomicetos y hongos en el proceso de compostaje de gallinaza (20%) mezclada con zacate, encontrando que las poblaciones de actinomicetos y hongos se redujeron en la fase termófila, para aumentar de nuevo en la fase de maduración.

Los resultados mostrados, no coinciden con lo reportado por Tiquia *et al.* (2002) y Soto (2003). En promedio los materiales de origen animal mostraron mayor cantidad de microorganismos aerobios mesofílicos (8.6 log UFC g-1 en comparación con los de origen vegetal (6.6 log UFC g-1), similar cantidad de hongos y levaduras en un rango promedio de 5.1-5.5 log UFC g-1 y menor cantidad de actinomicetos 1.0 log UFCg-1. Las poblaciones de microorganismos involucrados en el proceso de descomposición de residuos es favorecida por las condiciones como: presencia de oxígeno (en el caso de los aerobios), temperatura, agua, una nutrición balanceada, pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples, y superficie de contacto o tamaño de partícula (Soto, 2003).

Las aplicaciones de Bocashi en cultivos produce variaciones significativas en la abundancia y diversidad de los microorganismos, así como en la variación de la poblaciones de los grupos funcionales evaluados, especialmente en el grupo de los hongos de acuerdo con Kaffure *et al.* (2004).

El Bocashi aporta una gran cantidad de microorganismos: hongos, bacterias, actinomicetos, que brindan al suelo mejores condiciones de sanidad (Restrepo, 2010).

Tabla 6.- Análisis de la biología del suelo a los 135 días pos trasplante

Tipo de material	Microorganismos (log UFC/g)				
	Bacterias		Hongos		Nematodos
	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Monillia</i> sp.	<i>Aspergillu</i> s Sp	<i>Helicotylenchus</i> sp.
Bocashi	-	-	+	-	0
T1 R1	+	-	-	+	09
T1 R2	-	-	-	+	07
T1 R3	+	-	-	+	91
T2 R1	+	+	-	+	03
T2 R2	+	-	+	-	17
T2 R3	-	-	-	+	39
T3 R1	-	-	-	+	63
T3 R2	+	+	-	-	09
T3 R3	+	-	-	-	09

Nota: + Presencia, - Ausencia

Como indican los promedios del rendimiento estimado en $t.ha^{-1}$ se pusieron de manifiesto diferencias estadísticas significativas entre los diferentes niveles de abono Bocashi aplicados, resultando los mejores tratamientos: 1 y 2 con valores que oscilan entre 7.82 y 7.67 $t.ha^{-1}$ en el caso donde se aplicó abono químico los resultados difieren significativamente de los tratamientos donde se aplicó el abono Bocashi.

Estas diferencias estadísticas respecto al control, representan incrementos de los rendimientos de estos tratamientos debido a las dosis de Bocashi aplicadas. Estos resultados sugieren tener en cuenta durante la aplicación de abonos la existencia de

mayor cantidad de nutrientes disponibles en los tratamientos 1 y 2 lo que hace que su influencia sobre el rendimiento sea mayor.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez (1997) al utilizar un Bocashi elaborado con mezcla de tejido de bora, estiércol de ganado y tierra de morichales, que incrementaron la producción del tomate, ají y pimentón; también Linus e Irungu, (2004) y González *et al.*, (2006) encontraron diferencias significativas en el rendimiento de tubérculos de papa, cuando fertilizaron con diferentes abonos orgánicos a base de gallinaza, estiércol de res, cascara de café y compost.

Podemos analizar además que en el despunte que se realiza en todos los cultivos tienden a obtenerse frutos de mayor tamaño que en el resto de las cosechas (Casanova, 2003), observamos que en las cosechas realizadas la producción se incrementa en los casos donde se aplicó abono Bocashi y en el tratamiento tres en la tercera cosecha tendió a disminuir la cantidad de frutos recogidos y por tanto los rendimientos, no así en el resto de los tratamientos.

Tabla 7.- Registros de producción.

Producción obtenida	kg (T1)	Kg (T2)	kg (T3)	Total / corte kg
Momento de cosecha				
Despunte	49,3	41,8	40.3	131.4
1ra cosecha	14.3	16.2	11.5	42,0
2da cosecha	35.7	31.2	38.8	105,7
3ra cosecha	79.9	54.6	24.6	159,1
4ta cosecha	133.9	163	150	446,9
Total / cantero (kg)	313.1	306.8	265.2	1332
Rendimiento (t/ha)	7.827 a	7.670 a	6.630 b	EE= 0.562

Al evaluar estadísticamente el rendimiento en el tratamiento 1 y 2 no existe diferencias significativas entre ellos y a su vez difieren con el tratamiento donde se aplicó la fertilización mineral, esto sugiere que es factible la aplicación de estos volúmenes de abono Bocashi, frente a la utilización del químico que tanto daño produce al medio

ambiente y salud del hombre, indicando además que este abono es capaz de suministrar la cantidad suficiente de elementos nutricionales para las plantas de pimentón en un agroecosistema típico de la región, y en especial del estado Falcón. Por otro lado si los comparamos con los obtenidos en Argentina que no llegan a 4 t/ha y fueron reportados en Argentina, entonces podríamos decir que nuestros resultados son aceptables, sin embargo al compararlo con otros resultados como los reportados por Japon (2013), en España estos rendimientos oscilan entre 20-25 t/ha en las regiones altamente productivas de Almeria y Murcia.

A pesar de que no consideramos los rendimientos altos al compararlo con Rodríguez (2005), el cual obtuvo rendimientos en este cultivo de hasta 14.1 t/ha al aplicar diferentes fuentes de compost combinados con fertilizantes químicos. Por otro lado Chinchilla (2014), reportó valores similares a los nuestros al aplicar abono Bocashi en diferentes dosis en el estado Barinas.

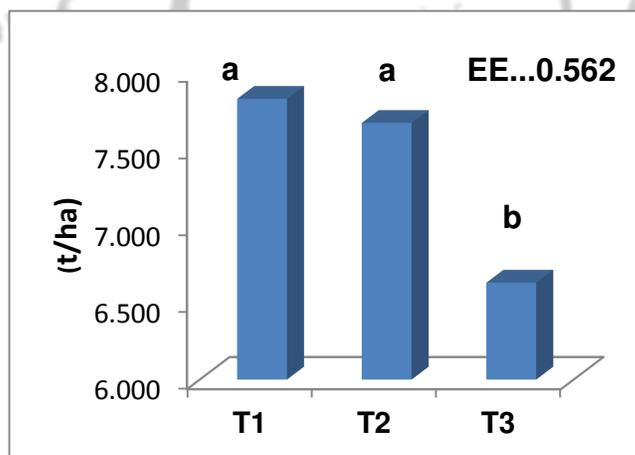


Figura1: Rendimiento obtenido (t/ha)

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos concluir que:

-Al caracterizar el abono obtenido en nuestras condiciones Edafoclimaticas y con recursos del agrosistema falconiano, reviste todas las condiciones nutricionales para ser aplicado al cultivo del pimentón.

-Los rendimientos donde se aplicó el abono Bocashi, son aceptables al compararla con otros resultados obtenidos en iguales condiciones y superan al tratamiento donde se aplicó la fertilización química.

REFERENCIAS CONSULTADAS

1. Araujo. E., Valdivia. A., Pérez. y Rodríguez. S., Abreu. E. (2014). Uso de fertilizantes Orgánicos y Químicos en el cultivo de Pimentón (*Capsicum annum* L) http://www.agronet.gov.co/www/docs/si2/200671991737_Materia%20organica%20y%20lombricultura.pdf, Consulta realizada el 14 de abril del 2015.
2. Atlas, R. y Bartha, R. (2002). Ecología microbiana y microbiología ambiental. Madrid: Addison Wesley.. 677 pp.
3. Boulter, J. I.; Boland, G. J. y Trevors, J. T. (2000). Compost: a study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, , vol. 16, pp. 115-134. ISSN 1573-0972.
4. Campitelli, P. and S. Ceppi. (2008). Chemical, physical and biological compost and vermicompost characterization: A chemometric study. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 90, 64-71.
5. Casanova A. S., Gómez, O. Laterrol, H; Anais, G, (2003). Manual para la producción protegida de hortalizas. Editorial AGROINFOR, MINAG.
6. Castillo, A. ,Quarin, S , Iglesias, M., (2000). Vermicompost chemical and physical characterization from raw and mixed organic wastes. *AgriculturaTécnica* 60: 74-79.
7. CEDAF (Centro para el Desarrollo Agrícola y Forestal). (2002). Agricultura Orgánica. (en línea). Santo Domingo, DO, Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Consultado 10 jul 2002. Disponible en <http://www.ingenieroambiental.com/new2informes/agriculturaorganica.pdf>.
8. Chinchilla, Vilma (2014). Evaluación de diferentes dosis de abono Bocashi en el cultivo del pimentón en la finca Mamapacha, estado Barinas. Tesis de maestría Universidad de Granma. Cuba.78 p.
9. Durán L., Henríquez C. (2007). Caracterización física, química y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Revista Agronomía Costarricense* 31(1):41-51.
10. González, C., E. Álvarez, F. Pomares y M. Benítez. (2006). Efectos de fertilización en papas con compost, gallinaza y combinaciones de ambos. In: Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. SEAE.
11. Jackson, D. R y K. A. Smith (2004). Animal manure slurries as a source of nitrogen for cereals; Effect of application time on efficiency. *Soil use Manage.* 13(2): 75-81.
12. Japon, J. (2013). El cultivo extensivo del pimiento para la industria. *Revista Publicaciones de extensión agraria*. Madrid. N. 8. Vol.80.España.

13. John, C. et al., (2006). *Fertilizantes órgano minerales, una alternativa en el manejo ecológico de los suelos ferralíticos rojos de la Habana*. Mapping, ISSN 1131-9100, N° 114, 2006 , págs. 91-96.
14. Jovicich, E.; Cantliffe, D; Vansickle, J. (2004). Imports of colored bell peppers and the opportunity for greenhouse production of peppers in Florida. *Acta Horticulturae* 659: 81–85.
15. Kaffure, O., Cordoba, C., Nieves, J., Castellano, D. (2004). *Materia Orgánica*. Artículo principal. Portal (Enlínea) http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/200671991737_Materia%20organica%20y%20lombricultura.pdf, Consulta realizada el 14 de abril del 2015.
16. King, EH. (1994) Farmers of forty centuries. *ILEIA newsletter*10(3):1.
17. LeBlanc SJ, Leslie KE, Duffield TF. (2005). Metabolic Predictors of Displaced Abomasum in Dairy Cattle. *J Dairy Sci*,; 88:159-170.
18. Linus, M. and J. W. Irungu., (2004). Effect of Integrated Use of Inorganic Fertilizer and Organic Manures on Bacterial Wilt Incidence (BWI) and Tuber Yield in Potato Production Systems on Hill Slopes of Central Kenya. Kenya.
19. Picado, J. y Añasco, A. (2005). *Agricultura orgánica. En preparación y uso de abono orgánico sólidos y líquidos*. San José, Costa Rica.
20. Piedrahita, C. y Caviedes, A. (2012). *Elaboración de un abono tipo "bocashi" a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria lactea(lacto suero)*. Universidad de San Buenaventura Cali Facultad de Ingeniería, Ingeniería agroindustrial. Cali, Colombia.
21. Ramos. D, y Alfonso. A, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas Cultivos Tropicales, 2014, vol. 35, no. 4, pp. 52-59.
22. Restrepo, J. (1998). *El suelo, la vida y los abonos orgánicos colección de agricultura orgánica para principiantes*. Managua, Nicaragua.
23. Restrepo, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencia con agricultores en Mesoamérica y Brasil*. San José, US, IICA. 155 p.
24. Restrepo, J. (2010). *A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra: Abonos orgánicos fermentados*. 1a ed. Colombia: Feriva S.A.. 86 pp. ISBN 978-958-44-126-1.
25. Rodríguez, C. (1997). Balance de la relación carbono-nitrógeno para una óptima descomposición aeróbica de la bora (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) en abono orgánico. *Saber*, 9(1):47-53.
26. Rodríguez, J. (2005). Rendimiento del pimentón en respuesta al compost nutrihora combinado con un fertilizante mineral y a diferentes distancias de siembra. *Agronomía Trop*. v.55 n.3 Maracay sep. 2005.
27. Soto, M. (2003). *Abonos orgánicos: definiciones y procesos*. En: *Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura*. Ed. Meléndez, G. San José, Costa Rica. pp. 20-49.

28. Tiquia, S., Wan, J. H. C., Tan, N. F. G., (2002). Microbial populations dynamics and enzymed activities during composting. *Compost Science and Utilizations* 10 (2): 150-161.
29. Uribe, L, (2003). Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos. En: Ed. Meléndez, G. *Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura*, San José, Costa Rica : CIA-UCR.. pp. 165-181.
30. Zapata, M., Bañon S., Cabrera P. (2005). "El Pimiento Para Pimentón". Agro-guías, Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España.



En la Comunión del Conocimiento