

## RENDIMIENTO DEL PIMENTÓN EN RESPUESTA AL COMPOST NUTRIBORA COMBINADO CON UN FERTILIZANTE MINERAL Y A DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA<sup>1</sup>

Julio C. Rodríguez Reyes\*, Ángel E. Marcano Cumana\*\*  
y Nelson Montaña\*\*\*

### RESUMEN

NUTRIBORA (NB) es un compost elaborado con mezcla de tejido de *Eichhornia crassipes*, estiércol de ganado vacuno y suelo de morichales, el cual, a la dosis de 80 t ha<sup>-1</sup>, se logran incrementos en la producción de pimentón. En este trabajo se usó la dosis de este compost, combinada con un fertilizante mineral, para determinar el rendimiento del pimentón, *Capsicum annuum* L., a diferentes densidades de siembra. Se sembró el pimentón, cv. Júpiter. Se evaluaron los tratamientos T<sub>1</sub> (80 t ha<sup>-1</sup> NB +0,40 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sembrado y fertilizado hace un año con el compost), T<sub>2</sub> (80 t ha<sup>-1</sup> NB + 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento), C<sub>1</sub> (Control: 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento) y C<sub>2</sub> (Control: 80 t ha<sup>-1</sup> NB, en suelo sin previa siembra ni tratamiento) y dos distancias de siembra entre plantas (0,20 y 0,40 m). Se aplicó el diseño estadístico de bloques al azar en arreglo factorial (4x2) con seis repeticiones. Los resultados indican que el contenido de P soluble y total en NB fue menor en relación a los demás macronutrientes; mientras que el K soluble y total presentaron la mayor concentración. Entre los micronutrientes totales y solubles, el Fe y Mn se encontraron en mayor concentración. El rendimiento de los frutos de pimentón varió significativamente entre los tratamientos diferenciándose a T<sub>1</sub> como el de mayor promedio; mientras que C<sub>2</sub> produjo el menor rendimiento (P<0,05). La producción de frutos a las distancias de siembras de 0,20 m fue significativamente mayor que la determinada a 0,40 m (P<0,05).

**Palabras Clave:** Abono orgánico; *Eichhornia crassipes*; pimentón; abono inorgánico; nutrientes.

---

<sup>1</sup> Trabajo financiado por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (UDO), bajo Proyecto CI-2-1502-0760/96.

\* Profesor Asistente. UDO. Laboratorio de Recursos Acuático Instituto Limnológico. Caicara del Orinoco, estado Bolívar, \*\* Profesor Asistente. UDO. Departamento de Química. Escuela de Ciencias. Núcleo de Sucre. Cumaná, estado Sucre, \*\*\* Profesor Asociado. UDO. Escuela de Ingeniería Agronómica. Núcleo de Monagas. Maturín, estado Monagas. Venezuela.  
E-mail: juliorod58@cantv.net, marcanoang@hotmail.com y nelmon@cantv.net, respectivamente.

RECIBIDO: mayo 07, 2004.

## INTRODUCCIÓN

El pimentón, *Capsicum annuum* L., es una solanácea perenne, cultivada como anual (FONAIAP, 1995). La producción nacional se ha incrementado de 43 290 t a 82 994 t durante el período 1994 - 1999, creciendo a una tasa promedio de 11,8% y participando con 4,4% de la producción de hortalizas, raíces y tubérculos en 1999 (CCI, 2000).

Por su parte, Rodríguez (1991 y 1997) ha realizado un procedimiento práctico para aprovechar la biomasa de la cobertura de bora (*Eichhornia crassipes*) secada naturalmente en las márgenes de las lagunas de inundación del río Orinoco, estado Bolívar, Venezuela, y convertirla en abono orgánico (NUTRIBORA, NB) para ser utilizado principalmente en la producción de hortalizas y plantas ornamentales.

NUTRIBORA es un compost elaborado con mezcla de tejido de bora, estiércol de ganado y tierra de morichales en proporción respectiva de 39:20:6 y sometida a un proceso de descomposición aeróbica durante 55 días, presentando en éste período una coloración pardo-negruzca y una temperatura entre 27 y 30 °C (Rodríguez, 1997). Este producto no está patentado, sin embargo es comercializado a los pobladores de la localidad para fertilizar los suelos agrícolas en el cultivo intensivo de tomate ají y pimentón. Asimismo, para la siembra de árboles frutales y ornamentales.

La utilización del compost para enmendar los suelos agrícolas ha recuperado importancia en los últimos años a nivel mundial (Ruiz, 1996 y Nieto-Garibay *et al.*, 2002), con el propósito de mejorar las condiciones del suelo, principalmente aquellos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación. Sin embargo, se ha demostrado que el uso combinado de fertilizantes orgánicos y minerales corrige la mayoría de los inconvenientes individuales y en algunos casos mejoran las ventajas, debido a que el abono orgánico contribuye a incrementar la retención de la humedad lo que aumenta la eficiencia del uso de los abonos inorgánicos, aumenta la disponibilidad de fósforo del suelo y de los fertilizantes minerales causados por la aplicación del compost y existe disponibilidad más inmediata de nutrientes de los fertilizantes minerales y liberación de nutrientes de los compost a más largo plazo, hay menor lavado de nutrientes y mayor actividad de los microorganismos del suelo (Dalzell *et al.*, 1991).

La fertilización del suelo con compost y abono inorgánico, el uso de variedades de hortalizas apropiadas, el riego, el control de plagas, enfermedades y malezas, contribuyen a que el agricultor incremente la producción agrícola, obteniendo cosechas de mejor calidad y un mayor beneficio económico. En éstas áreas, existen trabajos realizados por Thomas y Heilman (1964), Fernández (1977), Locascio y Fiskell (1979), Casseres (1994), Pire y Colmenarez (1994) y FONAIAP (1995).

En sus investigaciones, Vogtmann y Fricke (1989) y Valdtighi *et al.* (1996) obtuvieron un incremento en el rendimiento y calidad de tomate y chile (pimentón), entre otros, utilizando abono orgánico. Nieto-Garibay (2002) determinó que la dosis de 25 t ha<sup>-1</sup> es la más adecuada de un compost para el cultivo de chile (pimentón) en zonas áridas o semiáridas.

Rodríguez (1991 y 1997) produjo el compost NB y evaluó diferentes dosis en suelos franco arenoso, encontrando que con una dosis de 80 t ha<sup>-1</sup> es suficiente para lograr incrementos en la producción del cultivar de tomate y pimentón.

El estudio de la densidad de plantas en condiciones de una adecuada fertilización edáfica es importante en el pimentón, por ser una planta de crecimiento dicotómico con cuajados de frutos en los puntos de ramificación, donde la competencia por nutrimentos suele causar un desbalance entre las partes vegetativa y la reproductiva (Díaz *et al.*, 1999).

En el trabajo se evaluó el rendimiento del pimentón por efecto de la dosis de 80 t ha<sup>-1</sup> del compost NB combinada con un fertilizante mineral, y la densidad de plantas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras del compost NB fueron tomadas a los 120 días después del proceso de incubación (compostaje); mientras que las del suelo, fueron estudiadas al final del experimento según el procedimiento señalado por FONAIAP (1990).

Los análisis del compost NB y del suelo fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Físico-Químico del Departamento de Química de la Escuela de Ciencias de la Universidad de Oriente, utilizando los siguientes métodos: La extracción del P disponible se realizó a través

del método de Bray y Kurtz (1945) determinándose colorimétricamente a través de la metodología de Murphy y Riley (1962).

Los elementos Ca, Mg y K se extrajeron con acetato de amonio, mientras que el Fe, Mn, Zn y Cu con una solución de DTPA, según los métodos de Chapman y Pratt (1961) y Lindsay y Norwell (1978), respectivamente. El K se evaluó por emisión de llama y el resto de los elementos por absorción atómica. En ambas técnicas se empleó un espectrofotómetro Perkin Elmer, modelo 3100.

Para cuantificar el contenido total de P, Ca, K, Mg Fe, Mn, Zn y Cu se realizó la digestión de 1 g de muestra, usando una mezcla ácida de  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{HClO}_4$  (Jackson, 1964), y luego se determinó el P colorimétricamente, según el método de Barton, descrito por Jackson (1964). El resto de los elementos se evaluó utilizando las mismas técnicas empleadas para sus formas solubles.

El  $\text{NO}_3^-$  se determinó colorimetricamente mediante la formación del ácido nitrofenoldisulfónico (Jackson, 1964). El  $\text{NH}_4^+$  y el N total según el método descrito por Bremner (1965).

El pH se determinó en solución de KCl 1M en una relación de 1:2,5 usando un potenciómetro electrónico digital Corning 140. La materia orgánica (MO) o carbono orgánico fue calculada colorimétricamente por el método de combustión húmeda (Walkley y Black) modificado, descrito por FONAIAP (1990).

### **Semillero**

La investigación se desarrolló en un suelo de la localidad de Caicara del Orinoco, estado Bolívar, de textura franco arenoso (78% arena, 8% limo y 14% arcilla) y con pH ligeramente ácido (6,06), el cual fue recolectado por quintuplicado al azar (Parkinson *et al.*, 1971) entre 0 y 20 cm de profundidad en un área de 2000 m<sup>2</sup>.

Las plántulas se obtuvieron a partir de un semillero, el cual fue preparado en un suelo de textura franco arenoso, fertilizado con 80 t ha<sup>-1</sup> del compost NB y 500 kg ha<sup>-1</sup> de urea. El semillero se desinfectó con Basamid a razón de 25 g m<sup>-2</sup>. Quince días después de la desinfección se sembraron 3,5 g m<sup>-2</sup> de las semillas de pimentón, cv. Jupiter, con una pureza del 99%, producido por ASGROW, Vigopark Seed, empresa Asgrow Seeds,

USA. El semillero se regó dos veces al día hasta una semana antes del transplante donde se aplicó un riego por día.

### **Transplante**

La incorporación del compost, mezclado con el suelo hasta 25 cm de profundidad, y del fertilizante mineral se aplicó 15 días antes del transplante, con las dosis correspondientes a cada tratamiento:

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DOSIS</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	80 t ha <sup>-1</sup> de compost NB + 0,4 t ha <sup>-1</sup> de abono NPK 12-24-12 fraccionado en 2 momentos: Siembra y aporque, en suelo sembrado y fertilizado hace un año únicamente con NB.
<b>T<sub>2</sub></b>	80 t ha <sup>-1</sup> de compost NB + 0,4 t ha <sup>-1</sup> de abono NPK 12-24-12 fraccionado en 2 momentos: Siembra y aporque, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.
<b>Control 1 (C<sub>1</sub>)</b>	0,4 t ha <sup>-1</sup> de abono NPK 12-24-12 fraccionado en 2 momentos: siembra y aporque, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.
<b>Control 2 (C<sub>1</sub>)</b>	80 t ha <sup>-1</sup> de compost NB fraccionado en 2 momentos: siembra y aporque, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.

El transplante se realizó a los 35 días después de la siembra, en horas de la tarde, en parcelas experimentales de 3 surcos de 6,0 m de largo y 0,80 m de separación entre las distancias de siembra entre plantas (0,20 y 0,40 m), correspondientes a densidades de siembra de 62 500 y 31 250 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El riego implementado fue por goteo, suministrando 3 l h planta. La temperatura ambiental y la humedad relativa oscilaron entre 34 y 38 °C y 53-64%, respectivamente. Las plantas se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial (4 x 2), con 6 repeticiones, donde los factores correspondieron a las 4 dosis respectivas de los fertilizantes y las 2 distancias de siembras entre plantas.

En las plantaciones, el deshierbe fue manual, las trampas amarillas se utilizaron para controlar la presencia de las plagas de mayor ocurrencia: la mosca blanca, *Bemisia tabaci* y el pasado de la hoja, *Lirromijza munda*. Para el control de áfidos, fue eficaz el uso de un plaguicida natural elaborado con una mezcla de ají picante, jabón azul y ajo disuelto en 2 galones de agua tibia y aplicándose cada 8 d (Carpio, 1993).

La propagación de enfermedades como la candelilla, causada por *Alternaria* sp. y *Phytophthora* sp., al inicio de la floración, se controló su propagación con la aplicación alternada de Dithane M-45, Manzate y Cobex a razón de 2 kg ha<sup>-1</sup> cada 10 d, adicionándose Agrotin Especial como adherente en una dosis de 0,5 cc por litro de solución del fungicida preparado (FONAIAP, 1995).

La recolección de los frutos se inició 80 días después del transplante, realizándose un total de 3 cosechas a intervalos de tiempo entre 10 d, aproximadamente. Se evaluó el rendimiento de frutos (t ha<sup>-1</sup>) sometiendo los datos a un análisis de varianza de dos vía (con réplicas), Modelo I, utilizando un paquete estadístico Software SGPLUS 4.1, que también incluye la comparación de los promedios según la prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0,05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa las cantidades totales solubles de los nutrimentos nitrogenados, P y K, del compost NB. El K total (3,22%) y soluble (2,36%) fue, entre los macronutrimentos, el que presentó la mayor concentración en el compost NB. Esto se debe a la rápida liberación de este nutrimento durante la descomposición de la MO, por su poca asociación al componente orgánico de los residuos vegetales y animales (Dalzell *et al.*, 1991).

El contenido de nitrógeno total (1,54%) y soluble: N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y N-NH<sub>3</sub> (0,010%) fue superior al de las concentraciones de fósforo total (0,55%) y soluble (0,0086%). Naturalmente, los residuos orgánicos de origen vegetal y animal que se utilizan para la elaboración de compost presentan bajos contenidos de fósforo y en conjunto con la probable fijación del fosfato, al adsorberse en los centros activos de la MO ó en las células de los microorganismos como una fuente de nutrición y necesaria para su reproducción durante el proceso de compostaje, contribuyen al bajo contenido del fósforo en el composte (Dalzell *et al.*, 1991 y Bohn *et al.*, 1993).

**CUADRO 1.** Contenido de macronutrientes totales y solubles (%), pH y relación C/N del compost NUTRIBORA.

Macronutrientes					P	K	C/N	pH
Totales		Solubles						
N	P	K	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>				
1,54	0,55	3,22	0,01	0,01	0,0086	2,36	10,8	7,93

El pH (7,93) del compost NB resultó ser ligeramente alcalino; mientras que la relación C/N fue igual a 10,8 (Cuadro 1), producto de la descomposición orgánica de los microorganismos aeróbicos, en donde el N que se incrementa por la disminución del carbono es oxidado a N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y normalmente fijado en el composte (Polprasert *et al.*, 1980).

En el Cuadro 2, se observa que el Fe y el Mn total y soluble fueron los micronutrientes que se encontraron en mayor concentración en el compost NB. Estos resultados coinciden con Rodríguez (1997) y Marcano *et al.* (1999), quienes observaron, entre otros micronutrientes, valores superiores de Fe y Mn en composte elaborados con bora. Esta planta acuática, debido a sus raíces adventicias, presentan una alta capacidad removedora de nutrientes y elementos trazas del medio donde habita, fijando en sus tejidos, valores significativos de Fe y Mn entre otros nutrientes (Boyd y Vickers, 1971; Parra y Hortenstine, 1976 y Wolverton, 1979). Rodríguez y Betancourt (1999) encontraron en la laguna Castillero, desde donde procede las plantas de bora para elaborar NB, concentraciones superiores de Fe y Mn en comparación con otros nutrientes. Esto podría justificar sus contenidos tanto en el tejido de la planta como en el compost.

En el Cuadro 3, se observa que el suelo control (C<sub>1</sub>) presentó un bajo porcentaje de MO de 1,22%, el cual se incrementó a 1,59%, 1,49% y 1,52% en las unidades experimentales que recibieron el tratamiento T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> y en el control C<sub>2</sub>, respectivamente. Así mismo sucedió con los macronutrientes totales en donde el Ca y el K presentaron las mayores concentraciones que el P y el Mg en estos 3 tratamientos. El P fue el de menor contenido. De las concentraciones solubles de los macronu-

trimentos estudiados en el suelo con tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$ , y los controles  $C_1$  y  $C_2$ , el fósforo se encontró en menor cantidad. El potasio y el magnesio soluble fueron los macronutrientes de mayor concentración.

**CUADRO 2.** Contenido de micronutrientes totales y solubles (%) en el compost NUTRIBORA.

Micronutrientes							
Totales				Solubles			
Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Cu	Zn
1,20	0,15	0,018	0,06	0,019	0,023	0,0005	0,0062

**CUADRO 3.** Contenido de macronutrientes totales y solubles (%) y de materia orgánica (%), en el suelo tratado con la dosis del compost NUTRIBORA y combinada con un fertilizante mineral.

Macronutrientes										
Trat.	Totales					Solubles				
	P	K	Ca	Mg	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	M.O
$T_1$	0,0064	0,066	0,20	0,023	0,0029	0,0013	0,011	0,0037	0,016	1,59
$T_2$	0,0063	0,044	0,16	0,015	0,0029	0,0012	0,0057	0,0015	0,014	1,49
$C_1$	0,0041	0,039	0,10	0,010	0,0027	0,0007	0,0031	0,00064	0,0078	1,22
$C_2$	0,0057	0,041	0,13	0,013	0,0020	0,0003	0,0026	0,0010	0,011	1,52

TRAT.: Tratamiento.  $T_1$ : 80 t ha<sup>-1</sup> NB + 0,40 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sembrado y fertilizado hace un año con el compost.  $T_2$ : 80 t ha<sup>-1</sup> NB + 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.  $C_1$ (Control): 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.  $C_2$ (Control): Control: 80 t ha<sup>-1</sup> NB, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.

De los micronutrientes totales y solubles, el hierro se encontró con mayor concentración en el suelo con T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y el control C<sub>2</sub>; mientras que el Mn fue el segundo micronutriente en importancia. Es de destacar que en los suelos tratados con T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, el contenido de Fe y Mn en comparación con el suelo que no fue tratado con NB (C<sub>2</sub>) se incrementara, debido a los altos contenidos de estos micronutrientes presentes en el compost. No fue detectable el contenido de Cu y Zn soluble (Cuadro 4).

Según los criterios de interpretación de las características que definen la fertilidad de los suelos franco arenoso señalados por FONAIAP (1990), el porcentaje de la MO en el suelo se incrementó de niveles bajo en los suelos sin tratamiento con NB (C<sub>1</sub>; 1,22%) a niveles medios en los suelos tratados con la dosis óptima de éste compost (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y C<sub>2</sub>). Sin embargo, de acuerdo con el criterio de Munevar (1991), en este estudio, los suelos controles y experimentales se identificarían como suelos minerales. Este autor, utiliza el porcentaje de MO como referencia para agrupar los suelos, principalmente, en dos categorías: suelos minerales (<5% de MO) y suelos orgánicos con más de 20%.

**CUADRO 4.** Contenido de micronutrientes totales y solubles (%) en el suelo tratado con la dosis del compost NUTRIBORA combinada con un fertilizante mineral.

Trat.	Micronutrientes Totales				Micronutrientes Solubles	
	Fe	Cu	Zn	Mn	Fe	Mn
T <sub>1</sub>	0,43	0,0012	0,0024	0,0091	0,018	0,00038
T <sub>2</sub>	0,43	0,0011	0,0018	0,0057	0,018	0,00022
C <sub>1</sub>	0,40	0,00090	0,0016	0,0032	0,015	0,00087
C <sub>2</sub>	0,42	0,0010	0,0017	0,0052	0,017	0,00020

TRAT.: Tratamiento. T<sub>1</sub>: 80 t ha<sup>-1</sup> NB +0,40 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sembrado y fertilizado hace un año con el compost. T<sub>2</sub>: 80 t ha<sup>-1</sup> NB + 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento. C<sub>1</sub>(Control): 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento. C<sub>2</sub> (Control): Control: 80 t ha<sup>-1</sup> NB, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.

En los suelos que recibieron el tratamiento T<sub>2</sub> (NB y fertilizante mineral), el contenido de MO fue menor que en aquellos tratados con C<sub>2</sub> (sólo con NB) debido al mayor aporte inmediato de nutrimentos solubles del fertilizante mineral que contribuyó a que los microorganismos del suelo realizarán una descomposición rápida de la MO. En condiciones naturales, la mineralización total de la MO en los suelos por los microorganismos es gradual y puede tardar años, debido a la presencia de materiales cuya composición, en la mayoría de los casos, es difícil de degradar (Dalzell *et al.*, 1991).

En los suelos tratados con T<sub>1</sub>, a pesar de ser fertilizado con NB y sembrado hace un año, es posible que al inicio del experimento aún contenían MO sin descomponer, por lo que el reabono con NB combinado con el fertilizante mineral contribuyó al incremento del contenido de MO y de nutrimentos con valores superiores a los encontrados en los suelos tratados con C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y T<sub>2</sub>. Casanova (1991) señala que es recomendable aumentar el nivel de MO de los suelos para que la liberación del nitrógeno y fósforo orgánico con los años sea mayor, y así su dependencia con el fertilizante comercial será menor.

El potasio fue el macronutriente de mayor contenido en los suelos controles y aquellos con diferentes tratamientos. En contraste con el nitrógeno y el fósforo, es fácil su liberación durante la descomposición de la MO, por su poca asociación al componente orgánico de los residuos vegetales y animales proveniente del compost (Dalzell, *et al.*, 1991). Sin embargo, a pesar de que los suelos presentaron concentraciones totales aceptables de calcio, hierro y potasio antes y después del tratamiento, las cantidades solubles eran bajas, por lo que hace suponer su reducción por fijación en el suelo o por lixiviación.

A través de sus estudios, Casanova (1991) señala que el calcio influye sobre la reacción del suelo al promover la descomposición de la MO y la liberación de nutrimentos. A la vez, mejora la estructura del suelo y la retención del agua. Sin embargo, un exceso provoca una deficiencia de potasio, fosfato, magnesio, cinc y hierro. El comportamiento del magnesio es similar a la del calcio. Es parcialmente soluble al agua, y por esto susceptible a la lixiviación. El magnesio favorece la formación de azúcares en los cultivos.

A pesar de que, se estimó un 4,7% de incremento como resultado de la diferencia del rendimiento de pimentón de los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> con

respecto a los controles  $C_1$  y  $C_2$ , se encontró diferencias significativas entre los suelos tratados con  $T_1$ ,  $T_2$ , los controles  $C_1$  y  $C_2$  y entre las distancias de siembras ( $P < 0,05$ ).

La Prueba *a posteriori* Duncan ( $P < 0,05$ ) diferenció a  $T_1$  como el de mayor promedio ( $16,7 \text{ t ha}^{-1}$ ), la producción obtenida en  $T_2$  ( $15,8 \text{ t ha}^{-1}$ ) no se diferenció significativamente de  $C_1$  ( $16,0 \text{ t ha}^{-1}$ ); mientras que en  $C_2$  se determinó el bajo rendimiento ( $15,0 \text{ t ha}^{-1}$ ). La distancia de siembra de  $0,20 \text{ m}$  fue la que produjo el mejor rendimiento ( $16,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) tal como se observa en el Cuadro 5.

**CUADRO 5.** Comparación de los promedios del rendimiento del pimentón ( $\text{t ha}^{-1}$ ) entre los tratamientos y las distancias de siembras ( $\text{m}$ ) en el suelo enmendado con NUTRI-BORA combinado con un fertilizante mineral.

Tratamiento	N	Intervalo	Promedio*	Error Estándar
$T_1$	12	14,4 - 25,4	16,7 <sup>A</sup>	1,7
$T_2$	12	14,3 - 25,0	15,8 <sup>B</sup>	2,0
$C_1$	12	14,5 - 25,2	16,0 <sup>B</sup>	1,9
$C_2$	12	14,0 - 22,0	15,0 <sup>C</sup>	1,4
<b>Distancia de Siembra (m)</b>				
0,20	24	14,4 - 25,4	16,4 <sup>D</sup>	0,77
0,40	24	14,0 - 25,0	14,9 <sup>E</sup>	1,30

\* Las medias con la misma letra no difieren significativamente (Prueba *a posteriori* Duncan,  $P < 0,05$ ). N: número de parcelas experimentales.  $T_1$ :  $80 \text{ t ha}^{-1}$  NB +  $0,40 \text{ t ha}^{-1}$  12-24-12 NPK, en suelo sembrado y fertilizado hace un año con el compost.  $T_2$ :  $80 \text{ t ha}^{-1}$  NB +  $0,4 \text{ t ha}^{-1}$  12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.  $C_1$  (Control):  $0,4 \text{ t ha}^{-1}$  12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.  $C_2$  (Control):  $80 \text{ t ha}^{-1}$  NB, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.

La producción de pimentón resultó ser independiente de la acción conjunta de la distancia de siembra y la dosis de abono orgánico al no encontrarse interacción significativa ( $P > 0,05$ ). FUSAGRI (1984) señala un intervalo de rendimiento entre  $10,96 \text{ t ha}^{-1}$  y  $15 \text{ t ha}^{-1}$  para el pimentón, cultivado bajo el sistema de canteros y/o barbacoas y fertilizados con

compost y abono inorgánico. Montaña *et al.* (1995) coincide con estos resultados, al encontrar, en las tres primeras cosechas, rendimientos de cultivares Keystone Resistant y Júpiter de 14,70 t ha<sup>-1</sup> y el mayor promedio lo determinó a la distancia de siembra de 0,20 m en comparación con los que se obtuvieron a 0,30; 0,40 y 0,50 m (Cuadro 5).

El Cuadro 6, muestra los resultados del número de frutos planta y de peso/ fruto en la producción total de tres cosechas. El tratamiento con mayor producción significativa (4,89 frutos planta y 68,13 g/fruto) correspondió a una aplicación de T<sub>1</sub>, encontrándose la menor producción en el suelo tratado con C<sub>2</sub> (4,69 frutos planta y 63,70 g/ fruto ). Estos resultados podrían explicar la diferencia estadística del rendimiento de pimentón entre los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> aplicados (Cuadro 5).

**CUADRO 6.** Comparación de los promedios del número y peso (g) de frutos por plantas del pimentón entre los tratamientos y las distancias de siembras (m) en el suelo enmendado con NUTRIBORA combinado con un fertilizante mineral.

Tratamiento	Número Frutos/Planta	Peso Fruto/Planta
T1	4,89 ± 1,76 <sup>A</sup>	68,13 ± 2,15 <sup>A</sup>
T2	4,86 ± 1,93 <sup>B</sup>	66,23 ± 1,05 <sup>B</sup>
C1	4,78 ± 2,13 <sup>C</sup>	65,93 ± 1,30 <sup>B</sup>
C2	4,69 ± 1,12 <sup>D</sup>	63,70 ± 1,25 <sup>C</sup>
<b>Distancia de siembra (m)</b>		
0,20	4,67 ± 1,83 <sup>E</sup>	67,96 ± 0,66 <sup>D</sup>
0,40	4,86 ± 2,77 <sup>F</sup>	64,96 ± 0,10 <sup>E</sup>

\* Las medias con la misma letra no difieren significativamente (Prueba *a posteriori* Duncan, P<0,05). T<sub>1</sub>: 80 t ha<sup>-1</sup> NB +0,40 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sembrado y fertilizado hace un año con el compost. T<sub>2</sub>: 80 t ha<sup>-1</sup> NB + 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento. C<sub>1</sub> (Control): 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK, en suelo sin previa siembra ni tratamiento. C<sub>2</sub> (Control): 80 t ha<sup>-1</sup> NB, en suelo sin previa siembra ni tratamiento.

Observaciones cualitativas indicaron que en T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, las plantas optaron por mayor fructificación que desarrollo vegetativo como área foliar y altura. A la distancia de siembra de 0,40 m el número de frutos por plantas fue mayor (4,86) que a 0,20 m. Sin embargo, los frutos más pesados coinciden con el mayor rendimiento encontrado a la distancia de siembra entre plantas de 0,20 m (Cuadro 5). Observaciones cualitativas mostraron que los frutos de pimentón producidos a la distancia de siembra de 0,20 m, eran de mayor tamaño y las plantas presentaban menor desarrollo vegetativo que las que se encontraban sembradas a la distancia entre plantas de 0,40 m.

Estos resultados, también podrían ser explicados por las diferencias en las cantidades de nutrientes suministrados por cada tratamiento, ya que la fracción orgánica contendrá siempre elementos trazas no encontrados en los fertilizantes minerales. También, las asociaciones que se producen causa una disponibilidad inmediata de nutrientes de los fertilizantes minerales y liberación de aquellos nutrientes que están altamente asociado a la MO de los compostes a más largo plazo, existe un menor lavado de nutrientes y mayor actividad de los microbios y animales del suelo (Dalzell *et al.*, 1991).

## CONCLUSIONES

- El contenido de P total y soluble en el compost NB fue menor en relación a los demás nutrientes; mientras que el K presentó la mayor concentración.
- Entre los micronutrientes totales y solubles, el Fe y Mn se encontraron en mayor concentración en el compost NB.
- Los porcentajes de MO, el contenido de macronutrientes y de micronutrientes, se incrementaron de niveles bajos en los suelos no tratados con NB a niveles medios en aquellos donde se incorporó el compost.
- El rendimiento de los frutos de pimentón fue significativamente mayor en el suelo tratado con T<sub>1</sub> y a la distancia de siembra de 0,20 m.

## SUMMARY

NUTRIBORA compost is prepared with *Eichhornia crassipes*, cow manure and moriches soil. This compost increases sweet pepper

production when the optimum dose of 80 t ha<sup>-1</sup> is used. In this research the combination of NUTRIBORA at its optimum dose combined with a mineral fertilizer was used to determine sweet pepper yield for different treatments of planting distance. Experiments were performed with the sweet pepper variety "Jupiter" in experimental plots where four fertilization treatments were applied (T<sub>1</sub>: 80 t ha<sup>-1</sup> NUTRIBORA+ 0.4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK in a ground soil previously sown and fertilized with the compost for one year, T<sub>2</sub>: 80 t ha<sup>-1</sup> NUTRIBORA+ 0,4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK in a soil without previous sowing or fertilization, C<sub>1</sub>(control): 0.4 t ha<sup>-1</sup> 12-24-12 NPK in a soil without previous sowing or fertilization, C<sub>2</sub> (control): 80 t ha<sup>-1</sup> NUTRIBORA in a soil without previous sowing or fertilization) and two sowing distances between plants (0.20 and 0.40 m). A statistical design of random blocks in a factorial arrangement (4x2) with 6 repetitions was applied for a total of 48 treatments. Soluble and total contents of P in NUTRIBORA were low in relation to the other nutrients whereas the soluble and total K showed the highest concentration. Fe y Mn had the highest concentrations among total and soluble micronutrients. Sweet pepper yield varied significantly between treatments (P<0.05). The highest yield was obtained with the treatment T<sub>1</sub> and the lowest yield with treatment T<sub>4</sub>. Fruit yield was significantly higher at the seeding distance of 0.20 m (P<0.05).

**Key Words:** Compost; *Eichhornia crassipes*; sweet pepper; mineral fertilizer; nutrients.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOHN, H., B. MCNEAL y G. O'CONNOR. 1993. Química de suelos. Editorial Limusa, México, 356 pp.
- BOYD, C. L. and D. H. VICKERS. 1971. Variation in the elemental content of *E. crassipes*. Hidrobiol. 38:409-414.
- BRAY, R. and L. KURTZ. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. Am. J. 59:26-45.
- BREMNER, J. 1965. Methods of soil analysis. Part. 2. Black, C.A. (Editor) American Soc. of Agron. Madison. Wisconsin. USA. 1 146 pp.
- CARPIO, E. 1993. Recomendaciones para el producto: El uso del abono orgánico. **In:** La era agrícola. Una visión alternativa del campo venezolano. Enero-Febrero. N° 15. II Etapa. 43 pp.

CASANOVA, E. 1991. Introducción a la ciencia del suelo. UCV. Facultad de Agronomía. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. Venezuela. 393 pp.

CASSERES, E. 1994. Producción de hortalizas. Herreros Hermanos Sucesores. México. 310 pp.

CHAPMAN, N. and P. PRATT. 1961. Methods of soil analysis for soils, plant and water. Univ. of California. Division of Agricultural Sciences, Riverside. California. USA. 309 pp.

CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL (CCI). 2000. Inteligencia de Mercados. Venezuela. Entorno Social, económico y demográfico. Perfil de mercadeo, N° 5. Abril-Junio. 12 pp.

DALZELL, H. W., A. BIDDLESTONE, K. GRAY y K. THURAIRAJAN. 1991. Manejo del suelo, producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Bol. Suelos N° 56. FAO. Roma. 178 pp.

DÍAZ, L., A. VITORIA de Z. y L. ARTEAGA DE R. 1999. Crecimiento vegetativo del pimentón en función de la densidad de plantas y edad de cultivo. BIOAGRO. 11(2):69-73.

FERNÁNDEZ, R. 1977. Métodos de producción de plántulas y edad de transplante en pimentón (*Capsicum annuum* L.). Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Venezuela. Escuela de Ingeniería Agronómica. 68 pp.

FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (FONAIAP). 1990. Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay. Venezuela. 75 pp. (Series D, N° 26).

FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (FONAIAP). 1995. Producción de hortalizas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. 2 ed. Ampliada. Maracay. Venezuela. 208 pp. (Serie B.).

FUNDACIÓN SERVICIO PARA EL AGRICULTOR (FUSAGRI). 1984. Hortaliza en Canteros. Serie Petróleo y Agricultura N° 5, Segunda Edición. Editado por FUSAGRI y CORPOVEN, S.A. 45 pp.

- JACKSON, M. 1964. Soil chemical analysis. Prentice-Hall. Inc. Wiscosin. USA.485 pp.
- LINDSAY, W. and W. NORWELL. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421.
- LOCASCIO, S. and FISKELL. 1979. Pepper respnse to sulfur.coated urea, mulch and nitrogen rate. Proc. Fla. State Hort. Soc. 92:112-115.
- MARCANO C., A. E., M. MOHSIN y J. C. RODRÍGUEZ R. 1999. Disolución de la roca fosfórica de Navay, estado Táchira, durante el compostaje de la bora. Agronomía Trop. 49(4):455-474.
- MONTAÑO, N. M. MARCANO y G. LEÓN. 1995. Efecto de cuatro distancias de siembras entre plantas en tres cultivares de pimentón (*Capsicum annum* L.) en la localidad de Jusepín, estado Monagas, Venezuela. XLV Convención Anual de la AsoVAC. Acta Científica Venezolana. Vol.46 (Sup.Nº1): 6.
- MUNEVAR, F. M. 1991. Concepto sobre la materia orgánica y el nitrógeno del suelo relacionados con la interpretación de análisis químico. **In:** Fundamentos para la interpretación de análisis de suelo, plantas y agua para riego. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Editado e impreso por Montoya y Araujo Ltda., Bogotá, edito: Francisco Silva Mojica. 227-243 p.
- MURPHY, J. y J. RILEY. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta, 27:31-36.
- NIETO-GARIBAY, A., B. MURILLO-AMADARO, B., E. TROYO-DIÉGUE, J. A. LARRINAGA-MAYORAL y J. L. GARCÍA HERNÁNDEZ. 2002. El uso de compostas como alternativa para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Interciencia 27(8):417-421.
- PARKINSON, D., T. R. C. GRAY, and S. T.WILLIAMS. 1971. Methods for studying the ecology of soil microorganisms. Blackwell Scientific Publ. Oxford. England. 166 pp.
- PARRA, J. y C. HORTENSTINE. 1976. Response by pearl millet to soil incorporation of water hyacinth .J. Aquat. Plant Management 14:75-79.

PIRE, R. y O. COLMENAREZ. 1994. Extracción y eficiencia de recuperación de nitrógeno por plantas de pimentón sometidas a diferentes dosis y fraccionamientos de elemento. *Agronomía Trop.* 46(64):353-369.

POLPRASERT, C., S. WANGSUPHACHART y S. MUTTAMARA. 1980. Composting night-soil and water hyacinth in the tropics. *Compost Science/Land Utilization* 21(2):25-27.

RODRÍGUEZ, R., J. C. 1991. Rendimiento de algunos cultivos hortícolas en canteros utilizando el abono orgánico producto de la descomposición de la bora (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) en abono orgánico. II Congreso Científico de la Universidad de Oriente. Vol. 1 (A: ciencias Agrobiológicas, B: Ciencias de la Salud (Resumen): 17 p.

RODRÍGUEZ R., J. 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.

RODRÍGUEZ R., J. C. y J. A. BETANCOURT L. 1999. Caracterización físico-química de una laguna de inundación del Tramo Orinoco-Medio y su relación con la biomasa de la cobertura de bora (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Interciencia* 24(4):243-250.

RUIZ F., J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánica. **In:** Altamirano Zapata, Calderón Arózqueta (Eds.) Mem. Primer Foro Nac. Agricult. Org. 149 pp.

THOMAS, J. R. and M. D. HEILMAN. 1964. Nitrogen and phosphorus content of leaf tissue in relation to sweet pepper yield. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85:419-425.

VALDTIGHI, M., A. PERA, M. AGNOLUCCI, S. FRASSINETTI, D. LUNARDI and D. VALLINI. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soils System: a comparative study. *Agriculture, Ecosystems y Environment.* 58:133-144.

VOGTMANN, H. and K. FRICKE. 1989. Nutrient value and utilization of biogenic compost in plant production. *Agriculture. Ecosystems and Environment* 27:471-475.

WOLVERTON, B. 1979. El jacinto de agua. *Mazingira.* 2:59-65.