

EFFECTO DE LA COMPOSTA Y EL BIOFERTILIZANTE EN EL SUELO Y EN EL RENDIMIENTO DE AMARANTO EN PUEBLA, MEXICO

COMPOST AND BIO-FERTILIZER EFFECT IN SOIL AND CROP YIELD OF AMARANTH, IN PUEBLA STATE, MEXICO.

**Ma. Eugenia Bahena-Galindo^{1*}, Rogelio Oliver-Guadarrama¹,
Carlos Manuel Acosta-Durán².**

¹Centro de Investigaciones Biológicas; ²Facultad de Ciencias Agropecuarias;
Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av Universidad 1001, col Chamilpa, CP 62209,
Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor responsable. Correo-e: bahenam@uaem.mx

RESUMEN

El cultivo de amaranto en el estado de Puebla se ha incrementado, lo que ha propiciado que tenga el primer lugar en superficie sembrada, utilizando abonos orgánicos, los cuales han permitido mejorar las condiciones edáficas y obtener rendimientos aceptables. En esta investigación se montaron parcelas utilizando diferentes abonos orgánicos: compostas y bionitro; se realizaron todas las labores culturales, se llevaron a cabo dos muestreos de suelos, se realizaron análisis físicos y químicos convencionales a las muestras edáficas. Los resultados mostraron que en las características físicas no hubo cambios significativos y en el caso de las químicas solo en la materia orgánica

se cuantificaron cambios mínimos. Los rendimientos obtenidos con el biofertilizante (Bionitro®), la composta 1, la composta 2 y el testigo fueron: 1409, 1035, 1191 y 950 kg/ha, respectivamente; el rendimiento promedio estatal no registra diferencias respecto a lo obtenido con el Bionitro®.

Palabras clave: *Amaranthus hypocondriacus*, propiedades físicas y químicas de suelo, rendimiento, fertilización orgánica.

ABSTRACT

The cultivation of amaranth in Puebla State has increased, which has led to be first in area planted, using organic fertilizers, which have improved the soil conditions and acceptable yields. In this research, rode plots using different organic fertilizer:

compost and Bionitro®; were made all cultural practices were carried out two surveys of soil analyzes were performed conventional physical and chemical soil samples. The results showed that the physical characteristics and no significant changes in the case of chemical organic matter only minimal changes quantified. The yield obtained with Bionitro®, compost 1, compost 2 and control treatment are: 1409, 1035, 1191 y 950 kg/ha, respectively. The state average yield recorded no differences from those obtained with Bionitro®.

Keywords: *Amaranthus hypocondriacus*, *physical and chemical soil properties*, *yield*, *organic fertilization*.

INTRODUCCION

La agricultura orgánica se ha definido como un método de producción de alimentos, que toma en cuenta los conocimientos de la agricultura tradicional y que integra los progresos científicos de todas las disciplinas agronómicas. Es un sistema de producción cuya finalidad es obtener alimentos de alta calidad organoléptica, así como evitar la contaminación proveniente de las técnicas agrícolas convencionales que se practican en cada región.

Productores orgánicos y convencionales han constatado las ventajas de la utilización de abonos orgánicos en sus suelos y cultivos (Soto y Meléndez, 2004). La producción orgánica en México es relativamente nueva; sin embargo, el sistema de producción de alimentos de nuestros antepasados era orgánica, y en la actualidad es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional (Márquez-Hernández *et al.*, 2008).

Estos esfuerzos están encaminados a garantizar el abasto creciente de alimentos en las poblaciones humanas ante el deterioro gradual de los recursos naturales y a los procesos de urbanización

que padecen en la actualidad las poblaciones rurales aledañas a las grandes urbes, con el consecuente cambio del uso del suelo y de técnicas obsoletas y agresivas sobre su fertilidad.

Para los agricultores, la posibilidad de lograr aumentos duraderos en la productividad agrícola radica en los sistemas de cultivo mixtos que combinan germoplasma de alta productividad con prácticas innovadoras para un mejor manejo del suelo. Dado que las condiciones de suelo, entre otras, pueden variar enormemente de un sitio a otro, los sistemas mejorados deben adaptarse cuidadosamente a ambientes específicos.

La investigación efectuada por expertos en asociación con las sociedades rurales puede acelerar este proceso mediante la definición de los principios básicos de los procesos químicos, físicos y biológicos que determinan la calidad de suelo. Con esta información, los productores estarán capacitados para determinar si un sistema permanecerá productivo con el transcurso del tiempo y si el sistema puede transferirse con buenos resultados a otras zonas dentro de un mismo medio. Para manejar eficazmente estos sistemas, los pequeños agricultores necesitan indicadores sencillos pero confiables de la calidad del suelo, que les permita hacer un seguimiento del impacto de los nuevos sistemas en la calidad de sus productos, generando en ello, un valor agregado. Sobre estas bases, se pueden hacer ajustes oportunos para mantener la fertilidad natural del suelo a lo largo del tiempo.

Paralelamente, en la actualidad la agricultura ecológica se basa en la aplicación de fertilizantes orgánicos mediante el uso de coberturas verdes, la implementación de técnicas de conservación del suelo y la utilización racional de los recursos disponibles; lo que permite recuperar el conocimiento tradicional de las comunidades productoras y rurales, mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo; lo

que conduce a la conservación de los recursos naturales y el ambiente (Challenger, 1998), sin dejar de mencionar que los productos producidos bajo un régimen orgánico son más saludables y por lo tanto su valor comercial es susceptible de un valor agregado; bajo esta premisa, la agricultura orgánica forma parte de una estrategia de atención integral a comunidades y ejidos campesinos.

El incremento de la productividad agrícola en épocas recientes se debe a la fertilización, que es la práctica que en mayor medida ha contribuido al respecto, ya que aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas, es importante destacar que cada cultivo o plantación requiere de dosis específica de nutrientes a través de sus características físicas y químicas del suelo, atendiendo a sus diferentes unidades en el mundo.

Debido a que las condiciones en donde se desarrolla el amaranto son diversas, su cultivo se establece en unidades tales como vertisoles, andosoles, regosoles y cambisoles, de tal forma que dichas características tienen influencia en el desarrollo y rendimiento de este cultivo.

El Laboratorio de Edafoclimatología, perteneciente al Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del estado de Morelos, ha trabajado en los últimos cinco años realizando estudios de investigación sobre la conservación del suelo con productores de amaranto en el estado de Puebla; particularmente, para este trabajo, los objetivos fueron: a) Determinar los cambios físico-químicos del suelo durante la resiembra y la poscosecha de los terrenos cultivados con amaranto, con diferentes tratamientos de fertilización; y b) Evaluar el rendimiento del cultivo de amaranto entre los diferentes tratamientos probados, bajo la hipótesis de que la incorporación de abonos orgánicos mejoran algunas propiedades del suelo conservando la cantidad y calidad de la disponibilidad de los nutrientes a corto, mediano y largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El presente trabajo se realizó en el municipio de Tochimilco, en la parte centro-oeste del estado de Puebla; ubicado entre los paralelos 18°49'12" y 49°02'54" de latitud norte y los meridianos 98°31'42" y 94°43'00" de longitud oeste. Presenta una altitud de 2060 mnsnm y colinda al norte con el municipio de San Nicolás de los Ranchos; al sur con Atzizihuacán y Cohuecán, al este con Tianguismanalco y al oeste con el Estado de Morelos. Su superficie territorial es de 233.45 km². Cuenta con 17 localidades, entre las que sobresalen por su tamaño la cabecera municipal, San Antonio Alpanocán, Magdalena Yacuitlalpan, San Miguel Tecuanipán, Santa Cruz Cuautomatitla y San Lucas Tulcingo (Cháves y Trigo, 1996) (Figura 1)

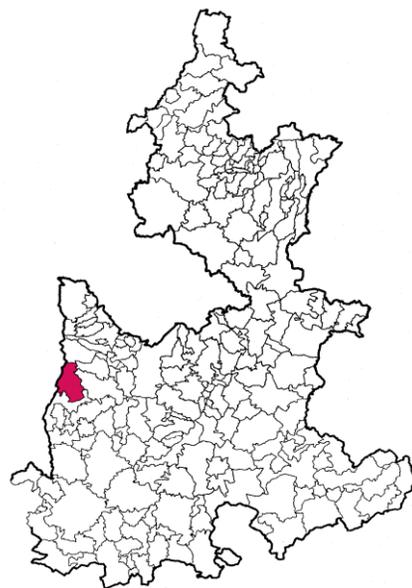


Figura 1. Ubicación del Municipio de Tochimilco, Puebla.

Clima. En el municipio se presenta la transición de los climas templados del Valle de Atlixco, los fríos de las partes altas de la Sierra Nevada; su temperatura media

anual oscila entre los 12 y 18 °C.; conforme se avanza de sur a norte, presenta una disminución constante de temperatura; se identifican cuatro climas (Anónimo, 2009):

Semicálido subhúmedo, con lluvias en verano se localiza en las áreas bajas del municipio.

Subhúmedo con lluvias en verano, este tipo de clima es el que predomina y se localiza en las faldas inferiores de la sierra nevada

Clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Se localiza en la zona intermedia entre las faldas inferiores de la sierra y las partes más elevada del volcán Popocatepetl.

Clima frío. Se identifica en las zonas más elevadas del volcán.

Características y uso del suelo. Debido a la diversidad edafológica en su territorio se identificaron seis unidades de suelo para el municipio: andosoles, regosoles, feozems, fluvisoles, litosoles y cambisoles; siendo ésta última, la unidad de experimentación en el presente trabajo. Esta unidad presenta un horizonte A pálido o sombrío y B cambriano. Se encuentra en una extensa área dentro de las faldas inferiores de la sierra nevada y un área reducida al sur (Aguilera, 1989); son aptos para la agricultura y con respuesta positiva a la aplicación de abonos orgánicos.

Hidrografía. El municipio pertenece a la cuenca del Río Atoyac, una de las cuencas más importantes del Estado, es recorrido de norte a sur por gran cantidad de arroyos intermitentes, provenientes de las estribaciones del volcán Popocatepetl que dan origen a la gran cantidad de barracas y varios ríos permanentes. Además los Ventisqueros del volcán Iztaccíhuatl pueden almacenar agua y alimentar poblados y terrenos de sus faldas en épocas de sequía. Las rocas y suelo se dejan infiltrar el agua hasta grandes profundidades, por lo que al pie de los volcanes puede obtenerse agua de pozos durante todo el año. También

cuenta con algunos acueductos en Tochimilco y Huilango (Anónimo, 2009).

Trabajo de Campo

Parcela experimental. Para la realización de la presente investigación, se montaron parcelas experimentales durante el periodo de junio a diciembre del 2011 bajo el régimen de temporal, en el municipio de Tochimilco, Puebla. La parcela experimental tiene una forma topográfica de terrazas. Constó de un terreno rectangular de 56 m de largo y 40 m de ancho, con un área total de 2240 m²; fue dividida en 16 parcelas, cada una midió 14 metros de largo por 10 metros de ancho, con un área total de 140 m². El experimento se manejó bajo un diseño completamente al azar.

Toma de muestras. El levantamiento de las muestras de suelo se realizó ocho días previos a la siembra en el mes de junio; las muestras de suelo se tomaron en forma lineal en cada una de las terrazas.

Para el análisis edafológico se realizaron dos muestreos uno antes de la siembra y el otro después de la cosecha. Se tomaron muestras compuestas, a una profundidad de 0-30 cm en cada sitio de cada uno de los tratamientos, posteriormente se determinaron parámetros físicos y químicos, mediante análisis de rutina en el laboratorio de Edafoclimatología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Posterior a esto se realizó el primer muestreo edáfico.

Preparación del terreno. Este se realizó de forma tradicional mediante la implementación de una yunta de bueyes; se realizaron dos barbechos y una rastra con la finalidad de airear el suelo y exponer las plagas al sol para evitar daños posteriores al cultivo; el surcado del terreno se realizó con una separación entre surcos de 0.80 m. La delimitación de las parcelas se llevó a cabo utilizando estacas de madera.

Fertilización. Antes de la de siembra, se aplicaron cuatro tipos de fertilización: dos compostas, Bionitro®, y Testigo, cada uno de los cuales corresponde a un tratamiento. La composta 1, está constituida por residuos de cáscara de naranja, jamaica, zanahoria, lechuga, restos de la preparación del café, jitomate, cáscara de tomate, apio, brócoli, tortilla, ceniza para taparla y hojarasca de jardín, teniendo un tiempo de maduración de 60 días (elaborada en el proyecto de compostas del Centro de investigaciones Biológicas de la UAEM, durante el ciclo primavera verano del 2011 bajo el régimen de temporal a cielo abierto); la Composta 2 fue preparada con un bulto de tierra de monte, un bulto de abono de caballo, 20 litros de ceniza, un kilogramo de azúcar, 2 bultos de paja de amaranto, 400 gramos de levadura y se maduró durante 22 días (elaborada por el propietario del terreno de experimentación); el Bionitro® (producto comercial) está constituido por microorganismos vivos, por lo que también se le considera un biofertilizante; los microorganismos que contiene son rizobacterias, micorrizas, hongos *Leuconostoc* y *Sacharomyces*. Se consideró como tratamiento testigo a las parcelas en las que no se aplicó ningún tipo de fertilizante. Los tratamientos se depositaron a un costado de cada surco y de cada parcela aplicándose la dosis equivalente a 150 kg N/ha.

Siembra. La semilla fue proporcionada por los productores de la región. La siembra se realizó el 23 de junio, de forma mateada. Se realizaron hoyos sobre el bordo del surco con la ayuda de un palo pequeño, se colocaron puños de semilla y se cubrieron con un poco de suelo.

Cosecha, Secado, Trillado. Para la cosecha se cortaron las panojas de amaranto de acuerdo a la técnica que utilizan los productores de la región y se expusieron al sol durante 20 días, sobre los surcos para que se sacaran perfectamente. Una vez secas se juntaron por tratamiento y se trillaron con ayuda de un palo, se azotaron hasta que la paja ya no tuviera

semilla y posterior a esto se pasaron por un tamiz, se ventearon con un ventilador manual para eliminar la basura y la semilla vana, se colocaron en costales y se pesaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de la propuesta implementada, se muestran los comparativos de los diferentes tratamientos aplicados, en la zona de estudio beneficiada con el aporte de nutrimentos orgánicos a partir de la utilización del Bionitro® y compostas, En primer lugar se determinaron los parámetros físicos y químicos de la presembrado y la poscosecha cuyos resultados se muestran a continuación.

Parámetros físicos

Densidad real y aparente. La densidad del suelo, es la relación de la masa de las partículas de suelo seco con el volumen combinado de las partículas y los poros. Se expresa en g/cm^3 o t/m^3 (FAO, 2000). El valor de densidad en suelos orgánicos oscila entre 0.1 g/cm^3 o menos, hasta 1.6 g/cm^3 en suelos minerales.

La densidad aparente y real se comportaron de la siguiente manera: para los cuatro tratamientos el incremento de la densidad aparente como de la real se vio reflejada en la poscosecha; esto es debido que los niveles de descomposición de la materia orgánica liberan nutrientes que son absorbidos por la planta y no así en la presembrado donde los componentes minerales son menos densos, lo que redundo en un incremento de dicho parámetro; a excepción del tratamiento Bionitro® que tuvo un marcado descenso en la densidad aparente, esto debido probablemente a que, por ser un abono líquido permite la penetración del agua y esta ocupa los espacios libres (Figura 2).

Porosidad. Se calcula en gabinete con base a los resultados de la densidad

aparente y densidad real y por lo tanto la porosidad del suelo ejerce influencia sobre el abastecimiento de agua y de aire, y penetración de las raíces de las plantas, así como el desarrollo de la microfauna y microflora del suelo.

Los valores más bajos se presentaron en la presiembra del tratamiento Composta1 con un 47.5 %; seguido del testigo 48.4 %, Bionitro® 60.7 % y composta2 64.4 %. En la poscosecha los niveles se incrementaron en todos los tratamientos (Figura 3).

Textura. Dentro de las características físicas sobre las que influye la textura en forma directa se pueden nombrar, el espacio aéreo, la porosidad total, la consistencia, el movimiento y almacenaje del agua, siendo esta última una de las características edáficas que se

busca mejorar mediante el uso de abonos orgánicos. El tipo de suelo caracterizado en la zona de estudio correspondió a un cambisol con una clase textural de Franco Arenoso al inicio del experimento. Los porcentajes de los componentes texturales se presentan de la siguiente manera: las arenas disminuyen en la poscosecha en los tratamientos testigo, Bionitro y Composta2, no así en la Composta1; para el caso de las arcillas donde el testigo aumenta, el Bionitro® se mantiene y las compostas disminuyen, el limo aumenta en todos los tratamientos, lo que nos da un cambio de textura a Franco Arcillo Arenoso para algunos tratamientos. Esto debido a que las parcelas se montaron en terrazas y el agua hace un efecto de arrastre debido a la pendiente que estas presentan y a la capacidad que tiene esta unidad de suelo de incorporar materia orgánica.

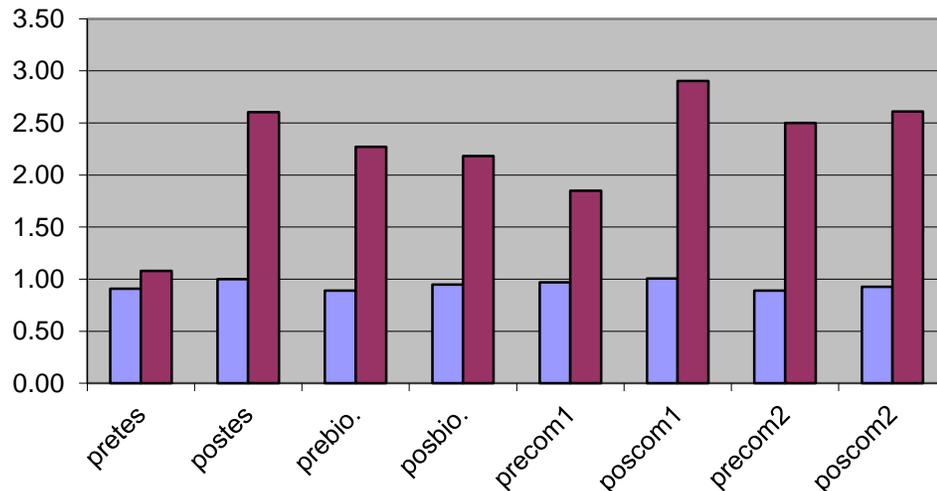


Figura 2. Densidad aparente y real (g/cm^3) por tratamientos en presiembra y poscosecha.

Pretes: presiembra testigo; postes: poscosecha testigo; prebio: presiembra Bionitro®; posbio: poscosecha Bionitro®; precom: presiembra composta; poscom: poscosecha composta.

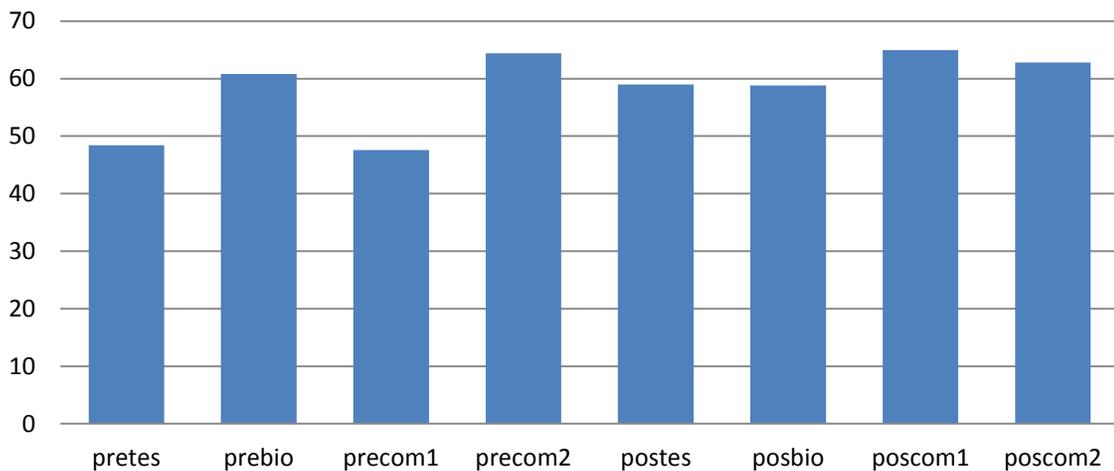


Figura 3. Valores de porcentaje de porosidad por tratamiento en presiembra y poscosecha.

Pretos: presiembra testigo; postes: poscosecha testigo; previo: presiembra Bionitro®; posbio: poscosecha Bionitro®; precom: presiembra composta; poscom: poscosecha composta.

Color. El color del suelo refleja las propiedades biofísico-químicas de la relación suelo-planta y está influido por los porcentajes de materia orgánica (Aguilera, 1989). Es una característica observable con facilidad y constituye un criterio en la descripción de los suelos. El color de un suelo puede ser herencia de su material originario, las variaciones en este, se deben principalmente al contenido de materia orgánica, a los compuestos de hierro y a las

sales minerales (Tamhane *et al.*, 1978). Los resultados no muestran cambios notables ya que en la presiembra, tanto en seco como húmedo, presentan un color pardo amarillento oscuro, cambian ligeramente en la poscosecha donde el color es amarillo pardo, esto debido a la descomposición de la materia orgánica que se la adicionó (Cuadro 1).

Cuadro 1. Determinación de color del suelo en la presiembra y la poscosecha.

	Color en seco	Color en húmedo
Presiembra	10yr4/6 pardo amarillento oscuro	10yr3/6 pardo amarillento oscuro
	10yr3/6 pardo amarillento oscuro	10yr3/4 pardo amarillento oscuro
	10yr5/6 pardo amarillento	10yr3/4 pardo amarillento oscuro
	10yr6/4 pardo ligeramente amarillento	10yr4/6 pardo amarillento oscuro
	10yr6/4 pardo ligeramente amarillento	10yr4/4 pardo amarillento oscuro
Poscosecha	10YR 6/6 amarillo pardo	10yr 3/4 pardo amarillento oscuro
	10YR 5/6 pardo amarillento	10yr 3/3 pardo oscuro
	10YR 6/6 amarillo pardo	10yr 3/4 pardo amarillento oscuro
	10YR 5/8 pardo amarillento	10yr 3/4 pardo amarillento oscuro

Parámetros Químicos

pH. Uno de los factores más importantes que afectan a la descomposición y a todo el proceso de formación de humus, es el pH del medio. En el suelo el pH controla el tipo de cultivo que puede crecer y en consecuencia, el tipo de residuos que regresan a él (Cajuste, 1977).

El pH está estrechamente relacionado con las condiciones climáticas y la importancia radica en que los nutrientes del suelo y los microorganismos biológicos que transforman los minerales para que sean disponibles en la solución del suelo, y absorbidos por las plantas, necesitan estar en un rango adecuado.

Los resultados muestran que en el testigo y en la composta 2, el pH se incrementó ligeramente, tanto en agua y KCl (Figura 4) en tanto que en el tratamiento de Bionitro®, este descendió, lo que nos indica que el uso intensivo de estos productos podría afectar desfavorablemente. En el tratamiento

composta1 no se observaron diferencias. Sin embargo las variaciones en todos los tratamientos fueron mínimas y se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el crecimiento del amaranto.

Porcentaje de materia orgánica, carbono y nitrógeno. La materia orgánica almacena nutrientes usados por las plantas, la M.O. está compuesta de complejos que contienen carbono. Los átomos de carbono, al contrario de otros elementos, forman cadenas largas de forma natural. Estas proporcionan un almacén al que se adhieren otros elementos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, para constituir la amplia serie de compuestos orgánicos necesarios para la vida (Plaster, 2000).

La cantidad de M. O. del suelo depende del equilibrio entre las entradas de M.O. y las pérdidas (Plaster, 2000), el contenido de la materia orgánica depende de muchos factores cuyos efectos pueden manifestarse en forma individual o colectiva (Cajuste, 1977).

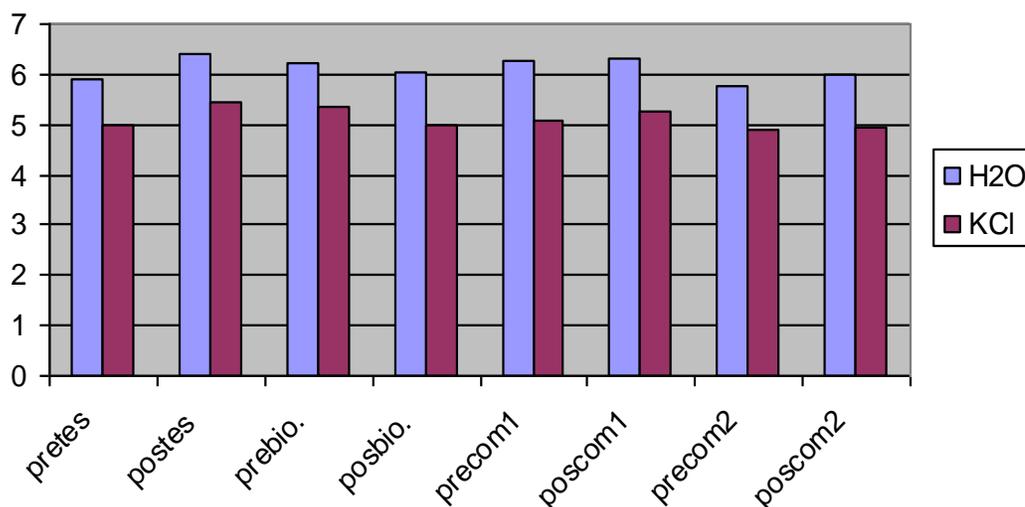


Figura 4. Valores de pH por tratamiento durante presiembra y poscosecha. Pretes: presiembra testigo; postes: poscosecha testigo; prebio: presiembra Bionitro®; posbio: poscosecha Bionitro®; precom: presiembra composta; poscom: poscosecha composta.

Al comparar los resultados obtenidos entre el testigo y los tratamientos, se evidencia que el aporte de materiales orgánicos al cultivo, favorece al suelo ya que la materia orgánica y el carbono se incrementan en tanto que el nitrógeno se mantiene durante el ciclo del cultivo, no disminuyendo, lo que nos indica que el uso de los biofertilizantes a corto plazo nos ayudan a mantener la fertilidad del suelo proporcionando a la planta lo que necesita para su crecimiento y desarrollo y que a largo plazo, nos habla del mantenimiento de una reserva de nutrientes (Figura 5).

Rendimiento. En cuanto a este parámetro podemos determinar que la incorporación de materia orgánica es benéfica para el manejo y conservación del suelo manteniendo los parámetros físico-químicos estables durante el periodo del cultivo de amaranto. El rendimiento, estatal promedio para el cultivo de amaranto oscila entre 1.5 y 2.0 Ton/ha, cuando se emplean fertilizantes químicos, de tal forma que los resultados obtenidos con el uso de abonos orgánicos muestra que el tratamiento Bionitro® fue el mejor tratamiento, seguido de la Composta2 (Cuadro 2) por lo que se

puede competir con los fertilizantes químicos y permitir a mediano plazo la incorporación de la materia orgánica para su descomposición y fácil asimilación de nutrientes por las plantas.

Cuadro 2. Rendimiento de amaranto como efecto de la aplicación de cuatro tratamientos de fertilización orgánica.

Tratamiento	Rendimiento Kg/Ha
Composta 1	1035
Composta 2	1191
Bionitro®	1409
Testigo	950

CONCLUSIONES

El utilizar abonos orgánicos propicia que los contenidos de materia orgánica sean utilizados por la planta y se mantengan en el suelo.

En las parcelas donde se utilizó Bionitro®, el rendimiento fue más alto, comparable con el promedio regional.

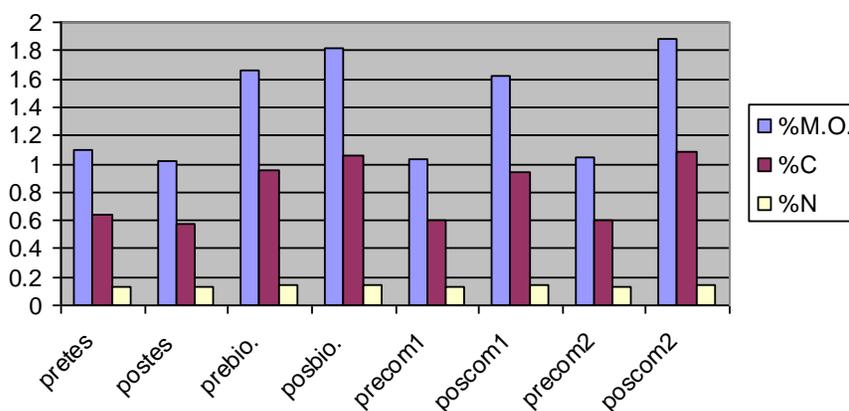


Figura 5. Porcentajes de Materia Orgánica, Carbono y Nitrógeno por tratamiento durante la presiembra y la poscosecha.

Prettes: presiembra testigo; posttes: poscosecha testigo; prebio: presiembra Bionitro®; posbio: poscosecha Bionitro®; precom: presiembra composta; poscom: poscosecha composta.

LITERATURA CITADA

1. Aguilera H., N. 1989. Tratado de Edafología de México tomo I. Laboratorio de Investigación de Edafología, Departamento de Biología Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F. 222 pp.
2. Anónimo. 2009. Enciclopedia de los Municipios de México, Puebla, Tochimilco. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal Gobierno del Estado de Puebla disponible en: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/puebla/Mpios/21188a.htm>.
3. Cajuste L., J. 1977. Química de los suelos con un enfoque agrícola. Rama de suelos colegio de posgraduados Chapingo, México. 278 pp.
4. Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
5. Chávez C., J. M., N. Trigo B. 1996. Monografías municipales. Programa de Manejo para el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. 273 pp.
6. FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos, boletín de tierras y aguas de la FAO. Roma. 10 pp.
7. Márquez-Hernández, C., P. Cano-Ríos y N. Rodríguez-Dimas, 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. Agricultura Técnica en México. 34(1): 69-74.
8. Plaster E., J. 2000. La Ciencia del Suelo y su Manejo, Paraninfo, España. 419 pp.
9. Soto G., G. Meléndez. 2004. Manejo integrado de Plagas y Agroecología. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Centro de Investigaciones Agronómicas. Costa Rica. No 72 p. 91-97.
10. Tamhane R.,V., D.P. Motiramani., Y.P. Bali., R.L. Donahue. 1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Diana. México. 53 pp.