

EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) A CIELO ABIERTO

EVALUATION OF ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF CUCUMBER (*Cucumis sativus* L.) IN OPEN FIELD

Jesús Oswaldo Teófilo-Rocha¹, María Eugenia Bahena-Galindo^{2*}
Héctor Sotelo-Nava¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. ²Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001. Col. Chamilpa. C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor para correspondencia: Correo-e: bahenam@uaem.mx

RESUMEN

El pepino es la hortaliza que ocupa el tercer lugar a nivel nacional con un gran potencial económico. Sin embargo, el sistema de producción implica el uso de altas dosis de agroquímicos, con lo que se incrementan los costos de producción. Una alternativa es el uso de abonos orgánicos como fuente de nutrientes para dicho cultivo. El objetivo general del presente trabajo es evaluar el efecto de los abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a cielo abierto, bajo la norma NOM-FF-023-1982. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, mediante un diseño experimental de bloques completamente al

azar. Los tratamientos aplicados fueron composta, lombricomposta, borregaza y fertilizante químico. Los resultados mostraron que la adición de composta, lombricomposta y estiércol de borrego en un suelo andosol, no altera las propiedades físicas y químicas en el corto plazo. En cuanto al rendimiento, el mejor tratamiento fue el de borregaza, obteniendo las mayores alturas de la planta, tamaño y peso total de fruto, seguido del fertilizante químico. Sin embargo, al comparar los resultados en cuanto a la calidad del fruto, según la norma, se clasifican en las letras C y D mediante las especificaciones sensoriales y físicas como un producto para consumidor nacional.

Palabras clave: composta, lombricomposta, borregaza, pepino, mejoradores de suelo.

ABSTRACT

Cucumber is the vegetable which is third in nationally rank with great economic potential. However, the production system involves the use of high doses of agrochemicals, thereby increasing production costs. An alternative is the use of organic fertilizers as a source of nutrients for this crop. The general objective of this work is to evaluate the effect of organic and inorganic fertilizers in the cultivation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in the open field, under the norm NOM-FF-023-1982. The experiment was carried out in the experimental field of the Faculty of Agricultural Sciences, through an experimental design of completely random blocks. The applied treatments were compost, vermicompost, sheep manure and chemical fertilizer. The results showed that the addition of compost, vermicompost and sheep manure in an andosol soil, does not alter the physical and chemical properties in the short term. Regarding the yield, the best treatment was that of sheep, obtaining the highest plant heights, fruit size and total weight, followed by the chemical fertilizer. However, when comparing the results regarding the quality of the fruit, according to the norm, they are classified in the letters C and D, through the sensory and physical specifications as a national consumer product.

Keywords: *compost, vermicompost, sheep manure, cucumber, soil improvers.*

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la agricultura, para tener buenas cosechas, el ser humano ha aplicado toda clase de materias orgánicas a los suelos cultivados; sin embargo, esta práctica ha ido perdiendo su importancia por efecto de la revolución agrícola promovida desde finales del siglo XIX. Los aportes orgánicos fueron sustituidos por fertilizantes minerales (Rodríguez y Córdova, 2006). Esta práctica, ha generado la ruptura del frágil equilibrio de

los suelos agrícolas y ha desembocado en una pérdida paulatina de su calidad biológica y consecuentemente en bajos rendimientos de cosecha. En la actualidad, el uso de fertilizantes minerales se aplica mayormente en la agricultura intensiva y a gran escala, cuya práctica por lo general conlleva a la reducción de los niveles de materia orgánica en el suelo, con las consecuencias ya señaladas (Navarro et al., 1995).

En México, dentro de la red de 11 tratados de libre comercio con 46 países el 67.7% del total de divisas por la venta al exterior de productos agroalimentarios de origen mexicano corresponden a 20 productos con mayor valor comercial. El pepino ocupa el tercer lugar, es una de las hortalizas con un gran potencial económico, que solo se encuentra por debajo del aguacate que ocupa el primer lugar y el limón, chile, coliflor y brócoli en segundo lugar (Atlas agroalimentario 2018). De la misma manera la producción de hortalizas bajo invernadero se ha incrementado significativamente durante los últimos años, siendo el pepino (*Cucumis sativus* L.) una de las hortalizas con un gran potencial económico, ocupando el 10% de la superficie total de los invernaderos (Ortiz et al., 2009). Sin embargo, este sistema de producción implica el uso de altas dosis de agroquímicos, con lo que se incrementan los costos de producción, generación de impactos negativos en el ambiente y la salud humana (Otero et al., 2005; Gallardo et al., 2009).

Por otro lado, los consumidores de alimentos hortícolas ya no solo se interesan en la apariencia de estos; ahora se interesan en su origen, como fueron cultivados, si son seguros para comerse, si están libres de agroquímicos y de su contenido nutricional (Wang & Wu, 2010).

Por lo anterior, crear una mayor atención a las prácticas agrícolas utilizadas en su producción orgánica, es una alternativa para atenuar dichos problemas. Los fertilizantes orgánicos como el estiércol de animal (aves de corral, cerdo, ovejas,

caballos, vacuno y algunos otros) pueden considerarse como fertilizantes de “descarga lenta” debido a que los nutrientes son liberados lentamente a largo plazo, a medida que la materia orgánica se descompone (Plaster, 2000).

La aplicación de materia orgánica humificada, aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas); que al incorporarlas ejercerán distintas reacciones en el suelo como son: Mejorar la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión en los suelos arenosos y disminuye está en suelos arcillosos (Tisdale Nelson, 1966; Guerrero, 2000; Bollo, 1999; Bellapart, 1996).

De acuerdo con Suquilanda (2003), los fertilizantes orgánicos, según su aplicación, tienen como particularidad la de

aumentar la capacidad de intercambio catiónico, incrementando la asimilación de macro y micro elementos. Su acción biológica sobre los vegetales consiste en favorecer los procesos energéticos del vegetal relacionados con la respiración y la síntesis de ácidos nucleicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se desarrolló en el área de producción agrícola del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y en el laboratorio de Edafoclimatología del Centro de Investigaciones Biológicas, ambos pertenecientes a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. El campo experimental se ubica geográficamente entre las coordenadas 18°58'56" de latitud norte y a 99°13'48" de longitud oeste (Figura 1), con una altitud promedio de 1860 msnm.

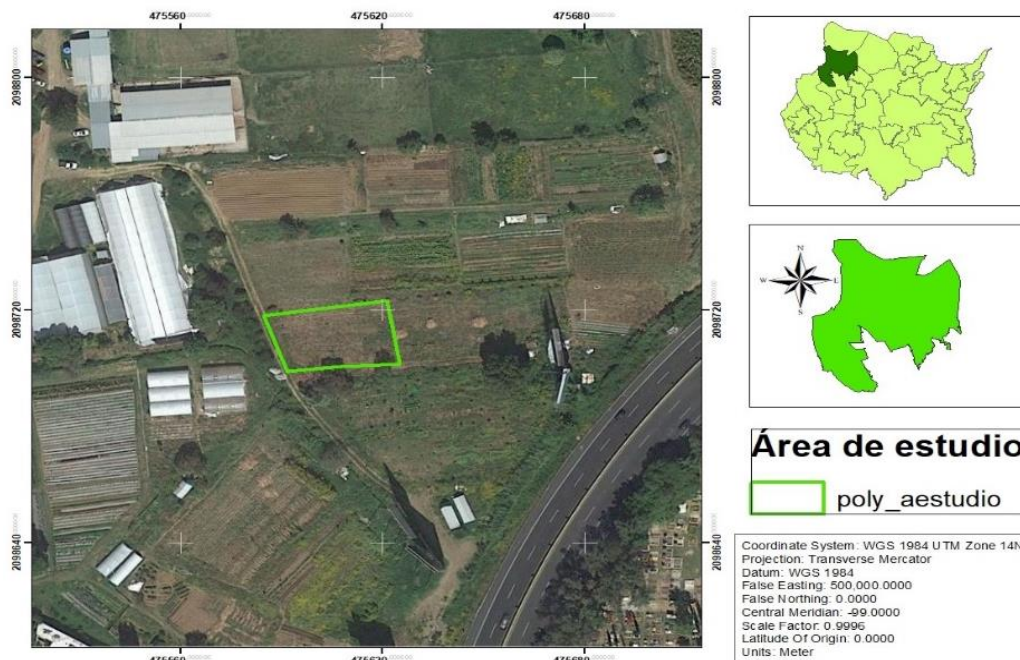


Figura 1. Ubicación del área de estudio del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a cielo abierto.

Clima

Abad-Fitz (2003), menciona que la zona presenta un clima de tipo (A)C(w2)(w)ig, semiárido, el más fresco de los cálidos con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal menor a 5, verano largo y fresco, isotermal y marcha de temperatura tipo Ganges.

Características del suelo

El área de estudio presenta un suelo andosol húmico; derivado de cenizas volcánicas y tiene como inconveniente ser ácido, fija los fosfatos, con topografía accidentada y fácilmente erosionables, por lo que no se consideran apropiados para el uso agrícola (Ayuntamiento de Cuernavaca, 2016- 2018).

Es de color pardo amarillento, con una estructura migajonosa a granular y un contenido de materia orgánica de 3 a 8% en suelos sin perturbación. La densidad aparente tiende a ser baja menor a 1 g/ml; sin embargo, esta propiedad física refleja una alta porosidad que va de 50 al 70 %, propiedades que se atribuyen a la presencia de vidrio volcánico y alófono (Bahena, 2011).

Preparación de terreno

Con la ayuda de un tractor y un arado de discos se realizó un barbecho y una rastra para dejar el suelo con una textura fina y suave, posterior a esto se hizo un surcado a 80 cm. de separación entre surco y surco.

Muestreo y análisis edáficos

Se realizaron dos muestreos de suelo, el primero antes del trasplante y el segundo después de la cosecha; ambos a una profundidad de 0 a 30 cm. Se determinaron las características físicas: (color del suelo, densidad aparente, densidad real, porosidad) y las químicas

(materia orgánica, carbono, nitrógeno y pH), mediante la NOM-021-SEMARNAT, 2000.

Diseño Experimental

El diseño constó de 12 parcelas de 25 m² cada una, con un total 300 m² de superficie experimental; distribuidas en bloques completamente al azar de acuerdo con Fernández *et al.*, (2010) (Figura 2). Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: Composta, Lombricomposta, Borregaza y Fertilizante químico (Testigo).

Sistema de riego

Se realizó la instalación de un sistema de riego por goteo, con la finalidad de que la presencia del periodo denominado veranito (canícula), no causara estrés hídrico a las plantas.

Siembra y trasplante

Para llevar a cabo dichos procesos, primero la semilla se mandó germinar al vivero "Plántulas Finas de Morelos"; posterior a esto, se realizó el trasplante colocando una plántula cada 40 cm, con un total de 15 plantas por surco y 75 por parcela experimental, con una densidad total de 30,000 plantas por hectárea de acuerdo a lo recomendado por López-Elías *et al.* (2015).

Fertilización

Para llevar a cabo la fertilización se tomó como fuente de nutrientes orgánicos a la composta, lombricomposta y borregaza; como aporte inorgánico a la nitrofoska. Este aporte se dividió en cuatro aplicaciones: la primera 15 días antes del trasplante, la segunda a los 30 días, la tercera a los 45 y la última a los 60 días posteriores al trasplante, en cada aplicación se depositaron 250 g/planta de cada uno de los tratamientos orgánicos, a una distancia de 10 cm del tallo, hasta completar un kilogramo por planta; en el caso del inorgánico se depositaron 10 g/planta en una sola aplicación, debido a que es un fertilizante químico de lenta liberación.

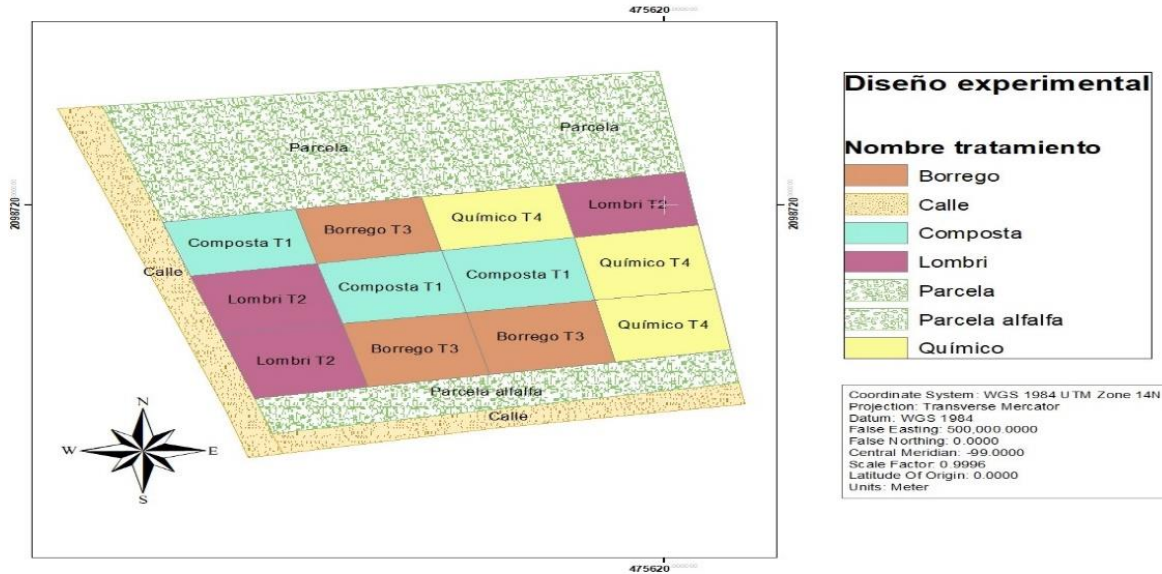


Figura 2. Diseño Experimental del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a cielo abierto

Control de malezas

Dado que la competencia es más crítica a los 45 días de vida del cultivo, el control se efectuó de forma manual manteniendo siempre limpio el cultivo, ya que de acuerdo con la FAO (1996), las malezas disminuyen el rendimiento y desarrollo del cultivo por competir por agua, luz y nutrientes; además son hospederas de plagas y enfermedades.

Tutorado del pepino

El tutorado se realizó a los 30 días posteriores al trasplante; el cual consiste en la colocación de dos estacas, una al inicio y otra al final del surco; amarrando en forma horizontal dos líneas de mecahilo, la primera a un metro y la segunda a dos metros de altura. En la segunda línea se amarró de forma vertical una línea de mecahilo atada a la primera línea, coincidiendo con cada plántula para que la guía se apoye sobre ella, esto con el fin de que la planta aproveche la energía lumínica y una mayor ventilación, lo que promoverá una menor incidencia de

plagas y enfermedades, al mismo tiempo se facilitará la cosecha y permitirá el desarrollo de mayores densidades de población de flores para obtener altos rendimientos y frutos de mayor calidad (Casilimas et al., 2012).

Aporque, control de plagas y enfermedades

El terreno presenta una pérdida de suelo a causa de la erosión hídrica, relacionada con las altas precipitaciones presentadas en el temporal 2018, dejando al descubierto las raíces de las plantas; por lo que fue necesario realizar aporques de forma manual con un azadón. En cuanto a las plagas, se realizó un control orgánico a partir de la aplicación de un insecticida preparado con ingredientes naturales (10 dientes de ajo, media cebolla, 8 chiles habaneros). Los ingredientes se molieron en una licuadora con un litro de agua y se dejaron reposar toda la noche, posteriormente se le agregaron dos litros de agua y se aplicó con una bomba aspersora

de 15 litros; este proceso se realizó el 31 de agosto y se prepararon 5 litros en proporción 1:2. Para la superficie sembrada fue necesario la aplicación de 10 L. Durante el ciclo de vida de la planta se realizaron un total de 3 aplicaciones en diferentes fechas de acuerdo a la presencia de las plagas.

Cosecha

La cosecha se realizó por parcela y por tratamiento de manera manual usando tijeras y una bolsa de mandado para la recolección de los frutos; se realizaron en total tres cortes durante el periodo de fructificación. Para evaluar el efecto que tuvieron los abonos sobre la altura de la planta, la longitud, el grosor y el peso del fruto, se seleccionaron de tres a cuatro plantas por cada repetición haciendo un total de 9 a 12 plantas por tratamiento que representan aproximadamente el 5% del

número total de plantas por las tres repeticiones; tomando en consideración dentro de este porcentaje la pérdida de plantas afectadas por plagas y enfermedades.

Estándares de calidad del pepino bajo la norma NMX-FF-023-1982

Para llevar a cabo los estándares de calidad bajo la norma NMX-FF-023-1982, los pepinos se colocaron en una superficie plana y se midió la longitud con una cinta métrica o regla; posteriormente, con un calibrador (vernier de escala graduada) se tomó el grosor, ambos expresados en cm, para clasificar y evaluar la calidad del fruto dentro de los rangos establecidos por la norma, referente a "productos alimenticios no industrializados para uso humano-fruta fresca-pepino-(*Cucumis sativus*)-especificaciones" bajo los apartados 4 y 5.

Apartado 4. CLASIFICACION Y DESIGNACION DEL PRODUCTO. El pepino se clasifica de acuerdo a sus especificaciones en tres grados de calidad en orden descendente.» México Extra,» México No. 1,» México No. 2.

Apartado 5 ESPECIFICACIONES. El producto objeto de esta Norma en sus diferentes grados de calidad, debe cumplir con las especificaciones siguientes:

5.1 Especificaciones Sensoriales. Los pepinos deben:

- 5.1.1. Estar bien desarrollados, enteros, sanos, frescos, limpios, de consistencia firme y cáscara razonablemente lisa.
- 5.1.2. Tener forma, sabor y olor característicos.
- 5.1.3. Estar exentos de humedad exterior anormal.
- 5.1.4. Estar prácticamente libres de descomposición o pudrición.
- 5.1.5. Estar prácticamente libres de defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico y genético - fisiológico.
- 5.1.6. Color. El color del pepino va del verde oscuro al verde claro, para todos los grados de calidad, la coloración debe ser homogénea.

5.2 Especificaciones Físicas

- 5.2.1. Tamaño. El tamaño de los pepinos se determina en base a su grosor y longitud.
 - 5.2.1.1. El tamaño de los pepinos se clasifica de acuerdo a la Cuadro 1.
 - 5.2.1.2. México Extra. Los pepinos deben presentar como tamaño mínimo los correspondientes a las letras B o C del Cuadro 1.
 - 5.2.1.3. México No. 1 y México No. 2. Los pepinos dentro de estas calidades, deben clasificarse en los tamaños correspondientes a las letras A, B, C o D

Cuadro 1. Clasificación física del pepino.

Letra de referencia	Tamaño	
	Grosor (cm)	Longitud (cm)
A	< 3.5	< 14
B	3.5 - 5	14 - 16.5
C	5.1 - 6.0	14 - 16.1
D	> 6.5	> 16.5

Análisis Estadísticos

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico Statistic 7 (2007), efectuando un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba Tukey, utilizada para comparar los tratamientos con el testigo (químico) y finalmente un análisis de componentes principales (ACP), con la finalidad de encontrar la relación o diferencias entre cada una de las variables a determinar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo se realizó en el temporal del ciclo primavera –verano del 2018 a cielo abierto, en una unidad de suelo denominada andosol, de origen volcánico; que, en condiciones naturales, presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas (Ishizuka y Black, 1977), por estas razones se determinaron los parámetros

físicos y químicos antes del establecimiento del cultivo de pepino (trasplante o presiembra) y después de la cosecha (poscosecha).

Contenido nutricional de los abonos orgánicos

Los resultados de los abonos orgánicos se muestran en la Cuadro 2.

Propiedades físicas

Color del suelo

De acuerdo a la comparación con las cartas Munsell se observó una coloración pardo amarillento antes de la aplicación de los tratamientos en suelo seco; y pardo muy oscuro, en húmedo; mientras que después de la cosecha tomaron tonalidades más oscuras a un pardo en seco y en húmedo conservo la misma característica que antes de la aplicación de los tratamientos.

Densidad aparente y Real

Los resultados muestran que antes del trasplante, la DA fue de 0.88 g/ml y después de la cosecha disminuyó a 0.83 g/ml, lo cual indica que la aplicación de materia orgánica tiene un efecto en la disminución de la DA, según lo establecido por Buckman y Brady (1966), quienes mencionan que entre mayor sea la cantidad de materia orgánica que se le agrega al suelo, la densidad será menor.

Cuadro 2. Análisis químicos de los abonos del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) a cielo abierto.

Muestra	pH H ₂ O	pH KCl	% Materia Orgánica	% de Carbono	% de Nitrógeno
Composta	8.59	8.25	10.17	5.89	0.254
Borregaza	9.73	9.24	28.29	16.40	0.707
Lombricomposta	7.75	7.77	8.79	5.09	0.217

En el caso de la densidad real (DR), el valor antes del trasplante fue de 2.24 g/ml, mientras que al aplicar los tratamientos, los valores oscilaron entre 2.20 y 2.21; concordando con el mismo autor anteriormente citado, el cual mencionan que la densidad real es la expresión del peso del suelo y se manifiesta según la densidad de las partículas sólidas que lo constituyen, debido a que la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de ese constituyente en un suelo afecta marcadamente a la densidad de partículas.

Textura

Presenta una clase textural denominada Franco arenosa antes del trasplante y después de la cosecha, lo que deja de manifiesto que la incorporación de la materia orgánica no modificó la estructura, lo que concuerda con Honorato (2000), quien menciona que la textura es la propiedad física más importante del suelo, estable en el tiempo, no modificable a la escala agrícola y afecta esencialmente a las otras propiedades físicas y a muchas propiedades químicas y biológicas donde se correlacionan con esta.

Determinación de las propiedades Químicas del suelo en la presembrada y la poscosecha

Valores de pH en agua y KCl durante la presembrada y poscosecha

Los valores de pH en la presembrada se encuentran en la escala de ligeramente ácido, al momento de la incorporación de los tratamientos y de la cosecha el pH no se modificó, quedando los valores en la misma escala. Liotta (2009) menciona que el pH influye sobre la movilidad de los diferentes elementos del suelo por lo que la incorporación de estos abonos no modifica estos valores. Cada planta necesita elementos en diferentes cantidades y esta es la razón por la que cada planta requiere un

rango particular de pH para optimizar su crecimiento.

Porcentajes de Materia Orgánica, Carbono y Nitrógeno

Dentro de los componentes principales de la materia orgánica se encuentran el carbono, que es la fuente primaria de energía; y el nitrógeno, el cual es necesario para el crecimiento de los microorganismos (Lal, 2004); por lo que al comparar los resultados obtenidos entre la presembrada y la poscosecha se infiere que el Tratamiento químico, extrajo la mayor cantidad de nitrógeno disponible. Mientras que los tratamientos composta, lombricomposta y borregaza, ayudaron a la disminución de la extracción de dicho elemento con la incorporación de la materia orgánica. La disminución de la materia orgánica que se observa la Figura 3, en relación a los tratamientos con respecto a la disponible en la presembrada, se debe a que requiere de tiempo para que se lleve a cabo la mineralización y pueda de esta forma incorporarse al suelo, lo cual concuerda con Bahena (2011), quien menciona que los valores de incremento de la MO se observan a partir del primero y segundo año después de su aplicación. Por otro lado, Ribeiro (2012), establece que la relación C/N proporciona información acerca del grado de mineralización de la materia orgánica, por lo que en estos resultados la relación C/N fue de 23, excepto en el tratamiento donde se usó fertilizante químico.

Cosecha

La variedad de pepino utilizada en el presente trabajo fue Poinsett 76, en la cual la planta es moderadamente vigorosa y adaptable a diversas condiciones climáticas, es monoica y con frutos de 19 x 6 cm de forma cilíndrica y color verde oscuro (Ross, 2013). La fertilización es uno de los factores que más contribuyen al crecimiento y desarrollo de las plantas para la obtención de frutos. Por lo que la cosecha se llevó a cabo durante un periodo de un mes realizando

cortes semanales. Los resultados en cuanto a la altura de la planta, número de frutos y peso total en kilogramos se presentan en el Cuadro 3. En cuanto a la altura de la planta, los tratamientos de borregaza y químico obtuvieron los mayores valores, en tanto que

las menores tallas se presentaron para los tratamientos de composta y de lombricomposta, relacionados estrechamente con el peso, longitud y grosor del fruto (Cuadro 4).

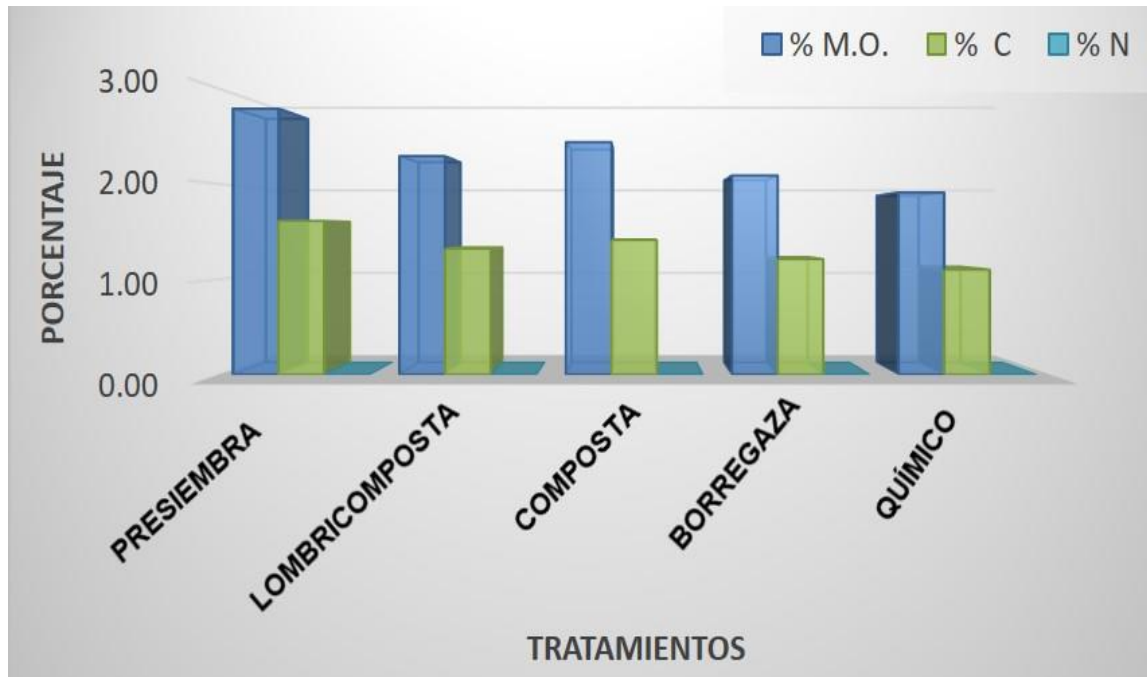


Figura 3. Porcentaje de materia orgánica (M.O.), Carbono (C) y Nitrógeno (N) del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) a cielo abierto.

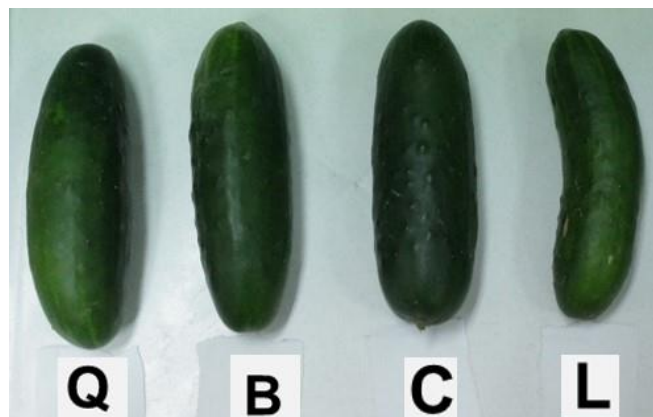


Figura 4. frutos de pepino de los diferentes tratamientos del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) a cielo abierto.

Conforme a los resultados observados en el Cuadro 3, podemos analizar que el mayor peso en kilogramos obtenido fue para el tratamiento con borregaza, seguido del tratamiento químico; en tanto que los tratamientos de composta y lombricomposta obtuvieron una cosecha muy similar en el peso total, por debajo de los dos primeros tratamientos señalados.

Estándares de calidad del fruto bajo la NMX-FF-023-1982

De acuerdo a la NMX-FF-023-1982, referente a productos alimenticios no industrializados para uso humano fruta fresca pepino (*Cucumis sativus* L), donde marca los estándares de clasificación de pepino para las especificaciones sensoriales y físicas, en este último los parámetros de grosor y longitud en cm (Cuadro 1 de la NMX-FF-023-1982), la producción obtenida se encuentra clasificada dentro de las letras C y D establecidas para consumo Nacional; donde el valor más bajo fue para los producidos con lombricomposta con 16.40 cm de longitud y 5.70 cm de grosor (Cuadro 4), mientras que el mayor valor fue para el tratamiento químico con 23 cm de longitud y 6.8 cm de grosor respectivamente. En cuanto a las especificaciones sensoriales, la coloración es homogénea, con un olor y sabor característico, sin humedad exterior,

sin presencia de descomposición o pudrición.

Al comparar los resultados del Cuadro 6, obtenidos sobre el peso del fruto, éstos quedaron por debajo de los reportados por López *et al.* (2011) quienes evaluaron la producción y calidad de pepino bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de podas, donde obtuvieron una media en el peso del fruto de 337 g. Cabe aclarar que en el presente estudio no se realizó ninguna poda ya que también Olalde *et al.* (2014), mencionan que una poda racional y equilibrada interviene en la obtención de frutos sanos y de mayor calidad.

Análisis estadísticos del fruto de pepino

Longitud

Con base en el análisis de varianza (ANOVA), mostrada en la Figura 5, se observan diferencias significativas entre tratamientos $F(3,230) = 17.724$, $p = 00000$. Los tratamientos Borregaza y Químico son iguales entre sí, pero estadísticamente diferentes a los tratamientos Composta y Lombricomposta, que, a su vez, son estadísticamente iguales entre sí.

Cuadro 3. Altura, número de frutos y pesos totales en kg del pepino del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a cielo abierto.

Tratamiento	Altura de la planta	No. de frutos cosechados	Peso total kg
Composta	130	44	4,772
Lombricomposta	135	50	4,403
Borregaza	175	42	6,071
Químico	175	23	5,641

Cuadro 4. Altura, número de frutos y pesos totales en kg del pepino del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a cielo abierto.

Tratamiento	Longitud del fruto cm	Grosor del fruto cm	Peso del fruto g
Composta	17.35	5.96	197.5
Lombricomposta	16.40	5.70	214.9
Borregaza	18.88	5.31	166.9
Químico	23.00	6.80	159.8

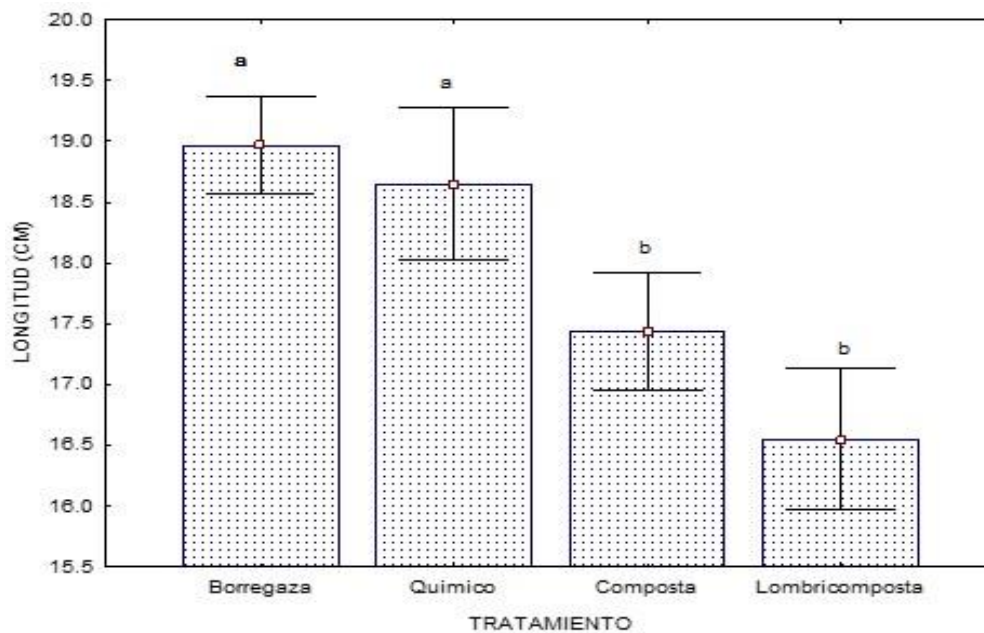


Figura 5. Longitud de frutos frescos del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a cielo abierto.

Grosor

El análisis de varianza no evidenció diferencias significativas entre tratamientos $F(3.230) = 5.3909$, $p=00133$, (Figura 6) con un intervalo de confiabilidad del 95%. La comparación muestra igualdad estadística entre los cuatro tratamientos, aunque se muestra una tendencia del tratamiento Químico a ser superior a los otros tres, que mostraron similitud entre ellos.

Peso en fresco

Con base en el análisis de varianza (Figura 7), se puede ver que no hay diferencia significativa en el peso fresco entre los tratamientos, aunque de igual manera se observa una tendencia de los tratamientos Químico y Borregaza a superar a los tratamientos Composta y Lombricomposta, pues los valores numéricos son ampliamente superiores.

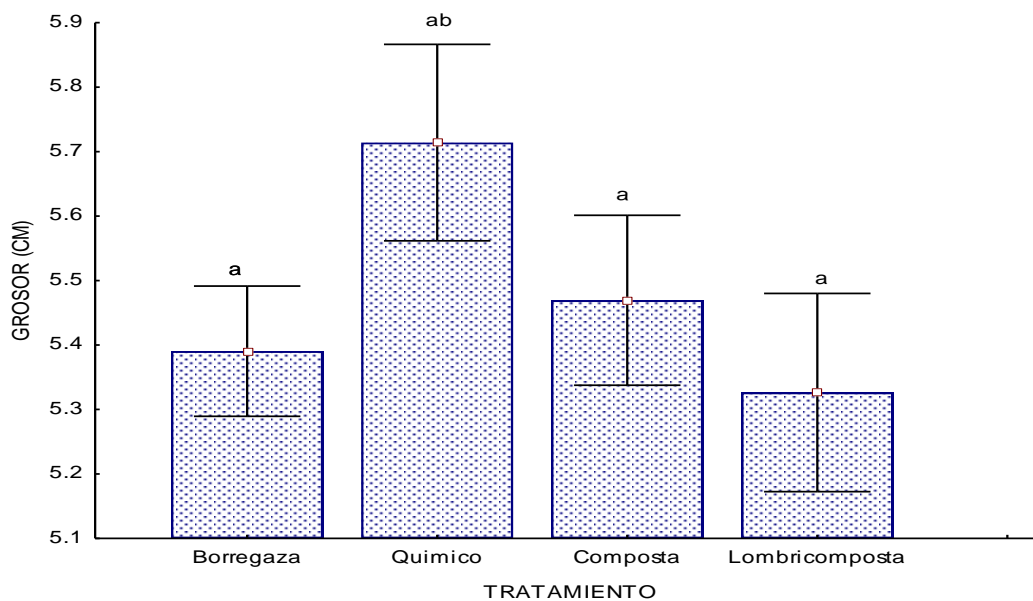


Figura 6. Grosor de frutos frescos del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) a cielo abierto.

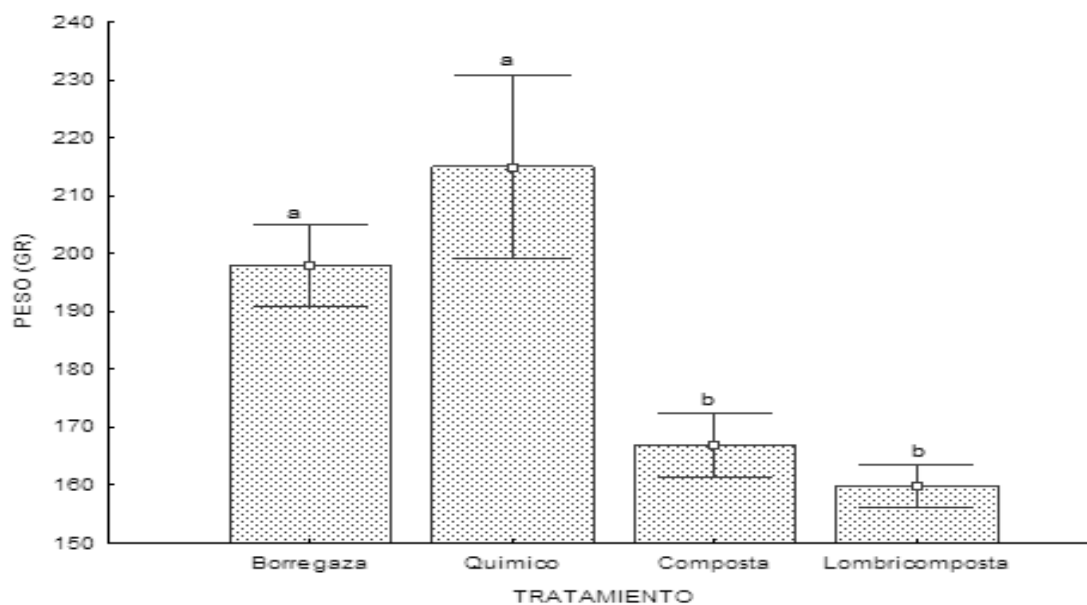


Figura 7. Peso de frutos frescos del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) a cielo abierto.

El análisis de componentes principales tiene como objetivo agrupar las características estudiadas y relacionarlas. A través de esto, se describe el comportamiento de cada una de las variables edáficas realizadas en la presiembra y poscosecha con la longitud y grosor del fruto del cultivo de pepino.

La gráfica del análisis de componentes principales (ACP) de los tratamientos e individuos evaluados en cuatro tiempos (Figura 8), presentó en los dos primeros ejes una varianza de 71.85%. El diagrama registró al individuo en dos

tiempos en ordenación con las variables edáficas.

En el lado superior derecho, se encuentran las variables botánicas que determinan la calidad de fruto, existiendo una relación estrecha entre ellas (grosor, peso y longitud). Del lado superior izquierdo, hay una relación entre la densidad aparente y el porcentaje de materia orgánica, carbono y nitrógeno; en tanto que en el inferior izquierdo hay una relación entre el pH con la densidad real y la porosidad; sin embargo, hay una relación muy distante.

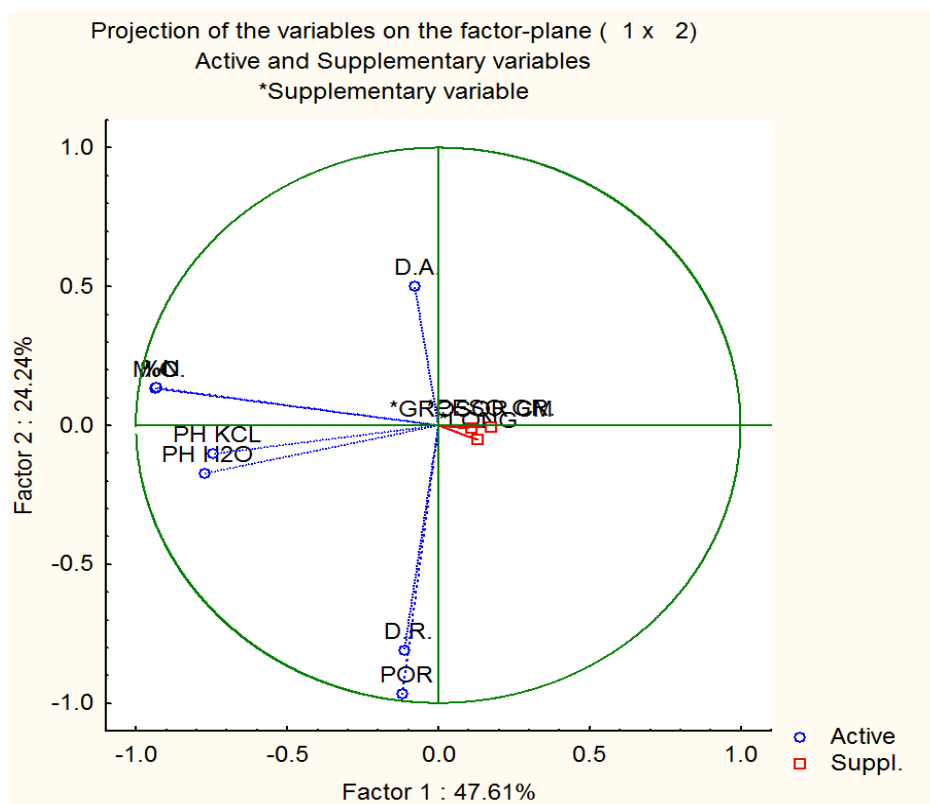


Figura.8 Análisis de componentes principales (ACP) del experimento para la evaluación de abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a cielo abierto.

CONCLUSIONES

Experimentalmente se comprueba que la adición de Composta, Lombricomposta y Borregaza en un suelo andosol, no altera las propiedades físicas y químicas a corto plazo, ya que se necesita mayor tiempo de descomposición para su integración; y por ende, las plantas puedan aprovechar los nutrientes.

La aplicación al suelo de Composta, Lombricomposta y Borregaza tuvo una función importante en el cultivo de pepino, ya que cumple con lo establecido en la NOM-FF-023-1982, en cuanto a las especificaciones físicas y sensoriales para el consumo nacional.

El uso de Composta, Lombricomposta y Borregaza aplicadas al suelo, generó productos de calidad para consumo Local y Nacional en base a la norma NMX-FF-023-1982.

LITERATURA CITADA

Abad-Fitz, I. 2003. Efecto Ecoclimático y fertilización orgánica en la producción de amaranto en un Andosol. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos 76 pp.

Atlas Agroalimentario 2012-2018. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicios de Información Agroalimentario y Pesquera. Gob. www.gob.mx/siap.

Ayuntamiento de Cuernavaca en: Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México (Estado de Morelos). www. Inafed.gob.mx. Consultado el 31 de enero del 2019.

Bahena G., M.E. 2011. El Uso de la gallinaza en el medio rural como mejorador de las propiedades físicas y químicas de dos unidades edáficas cultivadas con Amaranto. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 69 pp.

Casilimas, H., O. Monsalve, C.R. Bojacá, R. Gil, E. Villagrán, L.A. Arias, L.S. Fuentes. 2012. Manual de producción de pepino bajo Invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 208 pp. http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual_pepino/#4/z (Cons. 15/08/2014)

Bellapart, C. 1996. Nueva agricultura Biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones Mundí-Prensa, Barcelona, España, 298 pp.

Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundí- Prensa, Barcelona, España. 150 pp.

Buckman, H. y N. Brady. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial Montabner y Simón, S.A. Barcelona, España. pp 42-73.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120). Roma, Italia. Capítulo 18.

Fernández R., E., A. Trapero, J. Domínguez. 2010. Experimentación en Agricultura. Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y divulgación. Sevilla, España 354 pp.

Gallardo M., R.B. Thompson, J.S. Rodríguez, F. Rodríguez, M.D. Fernández, J.A. Sánchez, J.J. Magán. 2009. Simulation of transpiration, drainage, N uptake, nitrate leaching, and N uptake concentration in tomato grown in open substrate. *Agric. Water Manag.* 96:1773-1784.

Guerrero G., A. 2000. El Suelo, los Abonos y la Fertilización de los Cultivos. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 206 pp.

Ishizuka, Y. y C.A. Black. 1977. Soils derived from volcanic ash in Japan. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México, D.F.

- Honorato, R. 2000. Manual de Edafología. 4ta edición, Alfa omega grupo editor S.A de C.V. pp. 18- 82.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123(2): 1-22. www.Elsevier.com/locate/geoderma.
- Liotta. M. 2009. Aplicación de la técnica del riego en función del tipo de suelo y requerimientos de los cultivos. INTA. EEA San Juan.
- López, E., J. Rodríguez, J.C. Huez, L.M.A. Garza, O.S. Jiménez, L.J. Leyva, E.E.I. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *IDESIA. Chile* 29(2): 21-27.
- López-Elías, J, S. Garza O., M.A. Huez L., J. Jiménez. L., E.O. Rueda P. y B. Murillo A. 2015. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *Europea Scientific Journal* 11(24): 25-36.
- Navarro P., M. Herrero., L. Gómez y M. Beneyto. 1995. Residuos Orgánicos y Agricultura. Edición electrónica Espagráfica. Universidad de Alicante, España. 67 pp.
- NMX-FF-023-1982 (Norma oficial mexicana). Productos alimenticios no industrializados para uso humano-fruta fresca-pepino- (*Cucumis sativus* - especificaciones. Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/1982/nmx-ff-023-1982.pdf>.
- Olalde G., V.M. Mastache, L., A.A. Carreño, R., E. Martínez, S., J. Ramírez, L., M. 2014. El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido. *Revista Inter ciencia* 39(10): 712-717.
- Ortiz C., J., F. Sánchez del Castillo, M. Mendoza-Castillo y A. Torres-García. 2009. Características deseables de planta de pepino crecida en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 32(4): 289-294.
- Otero, N., L. Vitoria, A. Soler, A. Canals. 2005. Fertiliser characterisation: major, trace and rare earth elements. *Appl. Geochem.* 20(8):1473-1488.
- Plaster, J. E. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Edit. Paraninfo, S. A. Madrid, España. 216 pp.
- Ribeiro C., M. 2012. Relation and change overtime of CN-ratios throughout Swedish peatlands and in seven fertility clases. Master's Thesis in Environmental Science. Swedish University of Agricultural Sciences. 39 pp.
- Rodríguez-Salinas, M.A. y A. Córdova. 2006. Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Primera edición. Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. México, 104 pp.
- Ross L., E.G. 2013. Microorganismos benéficos como biofertilizantes y antagonistas de fitopatógenos en la producción sustentable de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Suquilanda, M. 2003. Agricultura orgánica; alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ecuador. Editado por UPS. Ed. Fundagro. S.A. pp: 114-120.
- Tisdale, S. L. y W. Nelson. 1966. Soil Fertility and Fertilizers. Segunda Edición. Macmillan Company. New Cork, Estados Unidos. 694 pp.
- Wang, Y. and W.H. Wu. 2010. Plant sensing and signaling in response to K⁺ deficiency. *Mol Plant* 3: 280-287.