

Evaluación de composta, vermicomposta y excreta de bovino en la producción de maíz (*Zea mays* L.)

DE LUNA-VEGA, Alicia*†, GARCÍA-SAHAGÚN, María Luisa, RODRÍGUEZ-GUZMÁN, Eduardo y PIMIENTA-BARRIOS, Enrique

Universidad de Guadalajara. Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Zapopan Jal.

Recibido Agosto 08, 2016; Aceptado Septiembre 14, 2016

Resumen

El uso de fertilizantes inorgánicos y fertilizantes orgánicos se requiere en todo sistema de producción agrícola, para aumentar los rendimientos de los cultivos. La aplicación excesiva de fertilizantes inorgánicos ha generado un aumento en la contaminación del medio ambiente. Sin embargo, al aplicar fertilizantes orgánicos las condiciones del suelo mejoran, dando lugar a un aumento en el crecimiento y la producción. Este trabajo se planteó como objetivo evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos solos y combinados con fertilizantes inorgánicos en la producción de maíz. El experimento se realizó en el Rancho Borundas, Tototlán, Jalisco. Se evaluaron seis tratamientos, incluyendo fertilización convencional 180-60-00 (N - P - K); Fertilizantes orgánicos como estiércol bovino, compost y Vermicompost aplicados en dosis de 10 toneladas ton ha⁻¹, en ambos casos combinados con o sin fertilizantes inorgánicos, distribuidos en un diseño de cuatro bloques completos al azar repetidos. Los resultados obtenidos en la variable altura, peso, diámetro de la planta, longitudes de la mazorca, longitud del grano, rendimiento de grano por oído y producción por hectárea registraron una variabilidad muy significativa entre los tratamientos combinados, efectos simples e interacciones de los factores involucrados (Pr <0,01). La aplicación de Vermicompost con adición de fertilizantes inorgánicos fue la más destacada en todas las variables, presentando el mayor rendimiento de grano por oído y por hectárea con 0,218 kg y 10,5 toneladas, respectivamente. El Vermicompost con adición de fertilizante inorgánico fue notablemente el mejor crecimiento y producción de grano de maíz; Los resultados demuestran la importancia del manejo integrado de fertilizantes inorgánicos y fertilizantes orgánicos para mejorar la producción de maíz.

Maíz QPM, control etológico, control biológico

Citación: DE LUNA-VEGA, Alicia, GARCÍA-SAHAGÚN, María Luisa, RODRÍGUEZ-GUZMÁN, Eduardo y PIMIENTA-BARRIOS, Enrique. Evaluación de composta, vermicomposta y excreta de bovino en la producción de maíz (*Zea mays* L.). Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2016, 3-8: 46-52.

Abstract

The use of inorganic fertilizers and organic fertilizers are required in all system of agricultural production, to increase crop yields. Excessive inorganic fertilizer application has generated an increase in pollution of the environment. However, when applying organic fertilizers the soil conditions improves, resulting in an increase in growth and production. This work was raised as objective to evaluate the effect of organic fertilizers alone and combined with inorganic fertilizers in maize production. The experiment was conducted at the Borundas Ranch, Tototlán, Jalisco. Six treatments were evaluated, including conventional fertilization 180-60-00 (N - P - K); organic fertilizers as bovine manure, compost and Vermicompost applied in doses of 10 ton ton ha⁻¹, in both cases combined with or without inorganic fertilizers, distributed in a four repeated randomized complete block design. The results in the variable plant height, weight, diameter Equatorial and polar length of cob, grain yield per ear and production per hectare, recorded a highly significant variability between treatments combined, simple effects and interactions of factors involved (Pr < 0.01). Application of Vermicompost with addition of inorganic fertilizers was the most outstanding in all the variables, presenting the highest yield of grain per ear and per hectare with 0.218 kg and 10.5 tons, respectively. The Vermicompost with addition of inorganic fertilizer was notably the best growth and production of maize grain; the results demonstrate the importance of the integrated management of inorganic fertilizers and organic fertilizers to improve maize production.

***Zea mays*, organic fertilizers, production, inorganic fertilizers to improve maize production**

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jl_leana@hotmail.com)

† Investigador contribuyente como primer autor.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta originaria de América, su producto es uno de los granos básicos que alimentan a la humanidad, siendo el más importante a nivel mundial (Kato *et al.*, 2009), desde el punto de vista alimentario, económico, político y social (SAGARPA-SIAP, 2011). El 80% de la producción mundial se concentra en diez países donde Estados Unidos ocupa el primer lugar con 40%, China el segundo con 20%, Brasil el tercero con 6% y México en cuarto con 3% de la producción mundial (FAO, 2012).

El uso excesivo de fertilizantes inorgánicos para aumentar la producción de maíz en México, ocasiona múltiples impactos al medio ambiente; de acuerdo al Diagnóstico del Agua en las Américas (2008), del total de descargas contaminantes, el 14% corresponde al Nitrógeno (Foro Consultivo, Científico y Tecnológico, 2012). El mal uso de fertilizantes, predispone el ataque de fitopatógenos (Apodaca y Quintero, 2008), que causan una disminución en el rendimiento e incrementa el costo de producción (Ariño *et al.*, 2009).

La propuesta para alcanzar altos rendimientos de maíz se basa en el uso de mejoradores de suelos para mejor aprovechamiento de nutrimentos (Martínez, 2010); el efecto de la nutrición influye en el rendimiento y productividad de maíz (Mendoza *et al.*, 2002).

Para satisfacer las necesidades nutrimentales del cultivo de maíz, se requieren altas cantidades de abonos orgánicos, que implica tener una elevada disponibilidad de residuos orgánicos para su elaboración y condiciones adecuadas para su almacenaje y aplicación. Una alternativa viable es usar bajas cantidades de abonos orgánicos y complementar con fertilizantes inorgánicos (López-Martínez *et al.*, 2001).

Se propone realizar una agricultura sustentable para conservar, mejorar y hacer un uso eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo, el agua y recursos biológicos disponibles, que contribuyen a la conservación del ambiente y a la producción agrícola mejorada y sostenible (FAO, 2012), en búsqueda de una alternativa sostenible para aumentar la producción de maíz mediante el uso de abonos orgánicos y para sustituir a los fertilizantes inorgánicos.

La composta es un abono orgánico que se obtiene a través de un proceso de fermentación aeróbica, que se puede elaborar con materiales locales de las diversas zonas del país, por lo que se pueden hacer variaciones de acuerdo a la materia prima disponible en otras regiones.

El composteo es una forma importante de reciclar elementos orgánicos residuales de la agricultura y la ganadería. Una de las principales tecnologías es el uso de composta que el productor puede elaborar en su unidad de producción, utilizando los materiales que dispone localmente. (De Luna y Vázquez, 2009). Se planteó como objetivo evaluar el efecto de los abonos orgánicos solos y combinados con fertilizantes inorgánicos en la producción de maíz.

Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en el Rancho Borundas en Tototlán Jalisco. Se localiza al centro oriente de Jalisco, en las coordenadas 20°05'00" a los 20°38'15" de latitud norte y 102°39'00" a los 102°52'10" de longitud oeste; a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar.

El clima que predomina se clasifica en semiseco con otoño e invierno semicálido, sin cambio térmico invernal bien definido.

La temperatura media anual es de 20.1° C y tiene una precipitación media anual de 820.8 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son en dirección variable. El promedio de días con heladas al año es de 12.7. Se utilizó como semilla el maíz de ciclo intermedio precoz P 2069; como abonos orgánicos se usó el estiércol bovino, composta, vermicomposta en dosis de 10 ton ha⁻¹, y como fertilizantes inorgánicos urea y superfosfato triple para suministrar N y P, con la fórmula técnica recomendada de 180-60-00 (N-P-K), para suelos con alto potencial (De Luna *et al.*, 2010) Los tratamientos fueron obtenidos bajo un arreglo bifactorial: donde el factor “A” son los abonos orgánicos y como factor “B” con y sin fertilización inorgánica, dando un total de seis tratamientos (Tabla 1).

Las variables medidas fueron: altura de planta, peso de mazorca, longitud polar y diámetro ecuatorial de mazorca, rendimiento de grano por planta y hectárea. Para el establecimiento del experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones cada tratamiento, la parcela experimental fue de 5 surcos de 20 m de largo, con parcela útil de un surco central de 18 m de largo, eliminando un metro lineal en cada extremo para evitar efecto de orilla, de donde se tomaron diez plantas de forma aleatoria como unidades experimentales. La siembra se llevó a cabo el 4 de junio de 2015 bajo condiciones de campo, a siembra directa manual, a una profundidad de 5 cm, con distancia entre planta de 30 cm y 80 cm entre surco. Los abonos orgánicos aplicados fueron: Vermicomposta y estiércol de bovino, composta los cuales se suministraron en dos aplicaciones, una al momento de la siembra, que se realizó directa al fondo del surco y otra a 40 días después de la siembra a un lado del tallo de la planta; la dosis que se utilizó para la aplicación de abonos orgánicos fue de 10 ton ha⁻¹.

Factor “A” (orgánicos)	Factor “B” (inorgánicos)	Tratamientos	
a1= Estiércol de bovino	b1= Sin Fertilizante inorgánico	T1	a1b1: Estiércol de bovino
a2= Composta	b2= Con Fertilizante inorgánico	T2	a1b2: Estiércol bovino + Fertilizante
a3= Vermicomposta		T3	a2b1: Composta
		T4	a2b2: Composta + Fertilizante
		T5	a3b1: Vermicomposta
		T6	a3b2: Vermicomposta + Fertilizante

Tabla 1 Tratamientos estudiados en el cultivo de maíz

La aplicación de fertilizantes inorgánicos se realizó manualmente a los 10, 40 y 60 días después de la siembra, aplicándolos de forma directa a la planta a 10 cm aproximadamente del tallo de la planta, conforme a la fórmula técnica recomendada de 180-60-00 de N, P y K (De Luna *et al.*, 2010)

Para el control fitosanitario se realizaron las prácticas agronómicas según se requerían, durante el ciclo del cultivo. Los resultados se sometieron al análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05% de probabilidad para la comparación de medias, lo anterior mediante la aplicación del programa estadístico Statistix (Statistix, 2005).

Resultados y discusión

Altura de planta: el análisis de varianza indica diferencia altamente significativa entre tratamientos de abonos orgánicos con y sin fertilización inorgánica (Pr<0.01). La variabilidad encontrada en los tratamientos, se debe al efecto altamente significativo (Pr<0.01) de los abonos orgánicos, de la fertilización inorgánica e interacciones entre sí.

En relación al efecto individual originado por la aplicación de abonos orgánicos, los abonos orgánicos sobresalientes son la composta y la vermicomposta al registrar valores de 2.61 m para ambos (Tabla 2).

T	AP	PM	DE	LP	RG	P
Factor A Fertilización orgánica						
A 1	2.59 b	0.261 b	4.64 b	23.58 b	0.157 c	9.42 c
A 2	2.61 a	0.293 a	4.88 a	22.25 c	0.171 b	10.26 b
A 3	2.61 a	0.305 a	4.91 a	23.9 a	0.173 a	10.387 a
Factor B Fertilización inorgánica						
B 1	2.56 b	0.268 b	4.64 b	22.29 b	0.127 b	7.62 b
B 2	2.65 a	0.304 a	4.98 a	24.86 a	0.207 a	12.42 a

Tabla 2 Respuesta de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción de maíz

T = Tratamiento

AP= Altura de la planta (m)

PM= Peso de mazorca (gr)

DE= Diámetro ecuatorial (cm)

LP= Longitud polar (cm)

RG= Rendimiento en grano (kg)

P= Producción (ton ha-1)

La aplicación de abono orgánico vermicomposta con fertilizante inorgánico y composta con fertilizante inorgánico fueron los más sobresalientes en altura de planta ambos con 2.66 (Tabla 3), respectivamente lo que se asemeja con los resultados reportados por Alarcón *et al.* (2001), quienes señalan que la combinación de estiércol de bovino con fertilizante inorgánico incrementó la altura de planta de maíz a 2.60 m.

T	AP	PM	DE	LP	RG	P
T 1	2.56 d	0.257 c	4.56 d	22.05 d	0.126 e	7.56 c
T 2	2.62 b	0.264 c	4.72 c	25.10 a	0.188 c	11.28 b
T 3	2.56 cd	0.278 bc	4.77 c	22.21 cd	0.128 d	7.68 c
T 4	2.66 a	0.307 b	5.00 b	24.30 b	0.124 b	12.84 b
T 5	2.57 c	0.270 c	4.60 d	22.62 c	0.129 d	7.74 c
T6	2.66 a	0.341 a	5.22 a	25.18 a	0.218 a	10.50 a
CV	0.23	4.62	0.90	0.96	0.35	3.2

Tabla 3 Valores promedio y resultados de prueba de Tukey en las variables en el cultivo de maíz

* Valores en columna con misma literal son estadísticamente iguales entre sí.

La menor altura de planta se presentó con la aplicación de abono orgánico de estiércol bovino sin fertilización inorgánica, con 2.56 m. Por su parte como efecto individual, la aplicación inorgánica resultó ser superior a la orgánica, al registrar la mayor altura de planta con 2.65 m (Tabla 3).

En peso de mazorca, el análisis de varianza indica una diferencia altamente significativa entre los tratamientos combinados de abonos orgánicos con y sin fertilización inorgánica ($Pr < 0.01$). También señala que la variabilidad encontrada en los tratamientos, se debe al efecto altamente significativo ($Pr < 0.01$) de los abonos orgánicos, de la fertilización inorgánica e interacciones entre sí. La aplicación del abono orgánico vermicomposta con adición de fertilizante inorgánico resultó ser el más sobresaliente en peso de mazorca con 0.341 kg; mientras que el menor peso se presentó con la aplicación de abono orgánico de estiércol bovino sin fertilización inorgánica con 0.257 kg. Con relación a los abonos orgánicos, el más sobresaliente es la vermicomposta con un valor de 0.305 kg. La aplicación inorgánica resultó ser la más sobresaliente, al registrar un mayor peso de fruto de 0.304 kg (Tabla 3).

El mayor peso de mazorca resultó en vermicomposta con adición de fertilizante inorgánico; lo que coincide con Macías *et al.* (2012), quien señala que el peso de fruto de chile jalapeño (*Capsicum annum*) se incrementó con la aplicación de abono orgánico de estiércol de bovino con fertilizante inorgánico, registró un promedio de 15.2 g de peso fresco en comparación con los abonos sin fertilización inorgánica. Para las variables diámetro ecuatorial y longitud polar de mazorca, el análisis de varianza indica una diferencia altamente significativa entre los tratamientos combinados de abonos orgánicos con y sin fertilización inorgánica ($Pr < 0.01$).

La variabilidad encontrada en los tratamientos en ambas variables se debe al efecto altamente significativo ($Pr < 0.01$) de los abonos orgánicos, de la fertilización inorgánica e interacciones entre sí.

La aplicación de abono orgánico vermicomposta con adición de fertilizante inorgánico resultó ser la más sobresaliente con 5.22 cm de diámetro ecuatorial y 25.18 cm de longitud polar de la mazorca.

Con relación a los abonos orgánicos, según la prueba de Tukey el más sobresaliente es la vermicomposta con valores de 4.91 cm de diámetro y 23.9 cm de longitud polar. La aplicación inorgánica resultó ser sobresaliente al registrar 4.98 cm de diámetro ecuatorial y 24.86 cm de longitud polar de mazorca (Tabla 3).

El mayor diámetro ecuatorial y longitud polar de mazorca resultó en aplicación de vermicomposta con fertilizante inorgánico y composta con fertilizante inorgánico, superando los resultados a lo reportado por Gutiérrez y Machado (2012), donde encontraron valores en el diámetro y longitud de mazorca altamente significativos entre tratamientos con abono orgánico estiércol de bovino, encontrando un incremento considerable en cuanto a los demás sin fertilización inorgánica.

En la variable rendimiento de grano por mazorca, el análisis de varianza indica una diferencia altamente significativa entre los tratamientos combinados de abonos orgánicos con y sin fertilización inorgánica ($Pr < 0.01$).

La variabilidad encontrada en los tratamientos, se debe al efecto altamente significativo ($Pr < 0.01$) de los abonos orgánicos, de la fertilización inorgánica e interacciones entre sí.

La aplicación de abono orgánico vermicomposta con fertilizante inorgánico según la prueba de Tukey resultó ser el más sobresaliente en rendimiento de grano por mazorca con 0.218 kg; mientras que, el menor rendimiento de grano por mazorca se presentó con la aplicación de abono orgánico estiércol bovino sin fertilización inorgánica con 0.126 kg (Tabla 3). Con relación a los abonos orgánicos, según la prueba de Tukey el más sobresaliente fue la vermicomposta con 0.173 kg de grano por mazorca. Referente a la aplicación inorgánica esta resultó ser la más sobresaliente con la mayor producción de grano por mazorca de 0.207 kg (Tabla 2).

Los resultados demostraron que los abonos orgánicos combinados con fertilizantes inorgánicos presentaron los mayores valores de producción de grano por mazorca; donde la fertilización inorgánica se ve apoyada con los abonos orgánicos que son considerados como materiales que aportan materia orgánica y carbono, además aporta nutrimentos a través del tiempo, dependiendo del tipo de material orgánico, condiciones biológicas, edáficas y ambientales; tal y como coincide con lo mencionado por Meléndez y Molina (2003) quien señala que la adición de un abono orgánico incrementa la aportación de nutrimentos de la planta a largo plazo, mismos que influyen de manera favorable en el desarrollo vegetativo y producción de las plantas de maíz.

El uso de abonos orgánicos transformados en materiales asimilables para las plantas con la adición de fertilizantes inorgánicos son una forma más completa de nutrir a la planta, lo que concuerda con lo citado por Sosa (2005) quien señala que la aportación de una fertilización complementada de abonos orgánicos con fertilizantes inorgánicos favorecen el crecimiento vegetativo y producción de grano en cultivo de maíz.

En la producción de grano por hectárea (ton ha^{-1}), el análisis de varianza registró una diferencia altamente significativa ($\text{Pr}<0.01$) entre los tratamientos combinados. También señala que la variabilidad en los tratamientos, se debe al efecto altamente significativo ($\text{Pr}<0.01$) de los abonos orgánicos, de la fertilización inorgánica e interacciones entre sí. La aplicación de vermicomposta con adición de fertilizante inorgánico resultó ser la mejor, al registrar un valor de 10.5 ton ha^{-1} , y la menor para el abono estiércol bovino sin fertilización inorgánica con 7.56 ton ha^{-1} .

Para el efecto simple de los abonos orgánicos, el más sobresaliente fue el de vermicomposta al registrar $10.38 \text{ ton ha}^{-1}$. La fertilización inorgánica resultó la más sobresaliente al registrar $12.42 \text{ ton ha}^{-1}$ (Tabla 3). El rendimiento de grano se presentó con la vermicomposta y adición de fertilizante inorgánico, que supera los 8.73 ton ha^{-1} reportado por Gutiérrez y Machado (2012) donde encontraron valores en el diámetro y longitud de mazorca altamente significativos entre tratamientos con abono orgánico y estiércol de bovino, encontrando un incremento considerable en cuanto a los demás sin fertilización inorgánica, a su vez señalan que el rendimiento del grano de maíz se ve influido por factores biológicos y ambientales que se relacionan entre sí, ya que no necesariamente la producción depende exclusivamente de las características agronómicas de las variedades con las que se trabaje.

Conclusiones

El uso de abonos orgánicos combinados con inorgánicos incrementa notablemente el crecimiento y producción de las plantas de maíz. Los abonos orgánicos con un buen manejo agronómico muestran ser una alternativa sustentable y amigable con el medio ambiente.

La vermicomposta con adición de fertilizante inorgánico fue el mejor en la producción de grano de maíz. Se demuestra la importancia del manejo integrado de abonos orgánicos y fertilizantes inorgánicos para mejorar la producción de maíz.

Referencias

Alarcón del C., L. A., R. De la Garza G., C. Vega S., y R. Morones R. 2001. Efecto de estiércol bovino combinado con fertilizante químico sobre la productividad de un suelo cultivado con maíz bajo riego. *Agraria* 17:35-66.

Apodaca S., M. A., y J. A. Quintero B. 2008. Pudrición de la mazorca. I Curso de Manejo Sustentable del Maíz: resultados de investigación en el norte de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa, SAGARPA y Gobierno del estado de Sinaloa. Los Mochis, Sinaloa, México. 71 p.

Ariño, A., M. Herrera; T. Juan, G. Estopañan, J. Carramiñana J., C. Rota, and A. Herrera. 2009. Influence of agriculture practices on the contamination of maize by fumonisins and mycotoxins. *J. Food Protection* 72:5.

De Luna, V.,A. y Vázquez E.A.. 2009. Elaboración de abonos orgánicos, Segunda edición, Universidad de Guadalajara, México, pp. 86.

De Luna, V, A; Vázquez D L, O, A; Vázquez N., J; Sánchez, S.,F; Escalante, M., R 2010. Agroecología y bromatología de los cultivos forrajeros, Primera edición, Universidad de Guadalajara, México, pp. 194.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). 2012. Agricultura de conservación.

<http://www.fao.org/ag/ca/es/11.html>.

(Consultado: 16 Nov 2012).

Foro Consultivo, Científico y Tecnológico. 2012.

García S., J. A., y M. de J. Santiago C. 2004. Importaciones de maíz en México: Un análisis espacial y temporal. *Investigación Económica (UNAM)* 63:131-160.

Gutiérrez M., J. E., y G. Machado S. 2012. Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) y su rentabilidad económica en Dulce nombre de Jesús, Darío, Matagalpa. Trabajo de graduación. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 37 p. INIFAP. 2012. Disponible en línea: [http://www.inifapcirpac.gob.mx/pagina/Campos Experimentales/CETecomán.html](http://www.inifapcirpac.gob.mx/pagina/Campos_Experimentales/CETecomán.html) (Consultado: 10 Oct 2012).

Kato T., A., C. Mapess, L. M. Mera O., J. A. Serratos H., y R. A. Baye B. 2009. Origen y diversificación del maíz: Una revisión analítica. Universidad nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México, D. F. 116 p.

López M., J. D., y A. Díaz E. 2001. Efecto de abonos orgánicos sobre humedad del suelo y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.). *AgroFaz*. Universidad Juárez del estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Durango, México. 8 p.

López-Martínez, J. D., A. Díaz-Estrada, E. Martínez-Rubín, y R. D. Valdez-Cepeda. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana* 19:293-299.

Macías D., R., R. L. Grijalva C., F. Robles C. 2012. Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud (México)* 3:32-38.

Martínez M., M. R. 2010. Proyecto Especial de Producción de Maíz de Alto Rendimiento (PROEMAR). Informe de Evaluación y Seguimiento. Colegio de Postgraduados. México. 157 p.

Meléndez, G., y E. Molina. 2003. Fertilizantes: Características y manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 132 p.

Mendoza R., R., E. Hernández R., J. I. Cortes F., A. Turrent F., L. A. Lerma V., y Aceves R. E. 2002. Tecnologías sobre fertilización, densidad de población y variedades en maíz a escala comercial. *Terra Latinoamericana* 20:485-495.

SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996-2012. 208 p.

Sosa O. 2005 los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. *Agromensajes* 16:30-34.