

EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE COMPOSTA COMO ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)

EVALUATION OF DIFFERENT LEVELS OF COMPOST AS FERTILIZATION STRATEGY IN MAIZE CULTIVATION (*Zea mays* L.)

Lagunes-Domínguez, A.^{1*}, Vilaboa-Arroniz J.², Platas-Rosado, D.E.³, López-Romero, G.³, Alonso-López, A.³

¹Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. A El Paraíso, Campestre, 91667 Úrsulo Galván, ²Agroecosistemas Productivos S.P.R. de R.L. de C.V. ³Campus Veracruz-Colegio de Postgraduados.

Autor de correspondencia: Ver.abimael_10_10@hotmail.com

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo de mayor importancia en México por sus aportaciones productivas, socioeconómicas y culturales, cultivándose prácticamente en casi todo el país. Debido a la contaminación que provocan los fertilizantes químicos y los residuos de los ingenios azucareros (materia orgánica) el presente trabajo evaluó una propuesta para el uso de abonos orgánicos (composta) para la producción de maíz. En Úrsulo Galván, Veracruz, México, funcionan dos ingenios azucareros, y los residuos que quedan del proceso de la obtención de la azúcar, pueden ser utilizados como composta para sustituir el aporte de nutrimentos que ofrecen los fertilizantes químicos comparándolos con la dosis de fertilización química recomendada para la zona 150-60-00 de N-P-P. Se trabajó con un híbrido de maíz, cuya raíz y tallo tienen resistencia al acame, con el objetivo de evaluar los diferentes niveles de composta para mejorar el desarrollo, calidad y producción de maíz elotero, utilizando tres tratamientos de composta, uno de fertilización química y un testigo, con cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar en una dimensión de 480 m². Las variables altura de planta y diámetro del tallo, en las primeras lecturas, la fertilización química obtuvo un resultado más eficiente, pero en las lecturas restantes no hubo diferencia estadística con la fertilización orgánica.

Palabras clave: Fertilizantes químicos, abonos orgánicos, desarrollo, calidad y producción.

ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) is the most important crop in México for its productive, socioeconomic and cultural contributions, grown practically throughout the country. Due to the pollution caused by chemical fertilizers and residues from sugar refineries (organic matter), this study evaluated a proposal for the use of organic fertilizers (compost) for maize production. Two sugar refineries function in Úrsulo Galván, Veracruz, México, and the residues that remain from the process of sugar production can be used as compost to substitute the nutrient contribution that chemical fertilizers offer by comparing them with the dose of chemical fertilization recommended for the zone, 150-60-00 of N-P-P. The study was made with a maize hybrid whose root and stem are resistant to lodging, with the objective of evaluating the different levels of compost to improve the development, quality and production of maize for corncob, using three treatments with compost, one with chemical fertilization, and one control, with four repetitions in a completely random block design in an area of 480 m². The variables of plant height and stem diameter had a more efficient result with chemical fertilization during the first readings, but in the remaining readings there was no statistical difference with organic fertilization.

Keywords: Chemical fertilizers, organic fertilizers, development, quality and production.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 1, enero. 2018, pp. 32-36.

Recibido: mayo, 2017. **Aceptado:** septiembre, 2017.



INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.) es de origen mesoamericano y su influencia es productiva, socioeconómica, cultural y religiosa (Robles, 1983; Nadal y Wise, 2005). En México hubo una producción de 25.7 millones de toneladas en 2015-2016, en 7.5 millones de hectáreas (SAGARPA, 2016); y en el estado de Veracruz, México, fue de 1.6 millones de toneladas en el 2015, con un valor estimado de 5 mil 600 millones de pesos en una superficie superior a las 600 hectáreas; y en el municipio de Úrsulo Galván fue de 1,337,6 toneladas en 2014, con un valor de 4,240 miles de pesos, sembrado en 328 hectáreas, (SEFIPLAN, 2016). El maíz requiere de macro y micronutrientes para satisfacer sus necesidades, siendo la dosis recomendada para el Municipio de Úrsulo Galván de 150-60-00 de N-P-K respetivamente. Los principales nutrientes que demanda el cultivo forrajero, así como de grano, se presentan con regularidad deficiente en el suelo, los cuales pueden ser aportados aplicando fertilizantes químicos o abonos orgánicos. La materia prima para la producción de fertilizantes químicos proviene de yacimientos mineros, mientras que los orgánicos provienen de animales, humanos, restos vegetales de alimentos, restos de cultivos u otras fuentes orgánicas y naturales, por lo que la materia orgánica para la realización de la composta puede provenir de fuentes naturales, prácticas agrícolas o procesos industriales. El principal monocultivo en el municipio de Úrsulo Galván, Veracruz es la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), razón por la cual hay dos ingenios; y los desechos de estos son una fuente de contaminación cuando no reciben un manejo adecuado. Por esto es importante comprobar si los desechos (cachaza de caña de azúcar) que se obtienen de los ingenios cercanos pueden utilizarse para fertilizar el suelo y comprobar si pueden sustituir el aporte de fertilizantes químicos sin disminuir la producción en el cultivo de maíz, lo anterior en comparación con la dosis química recomendada para la zona, la cual es 150N-60P-00K (Garay, 2013). El uso de residuos de cosecha (composta) son abonos orgánicos que se forman por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidas a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurren de manera natural en el ambiente, de forma que el producto final se utiliza para fertilizar y enriquecer al suelo, así como también para mejorar el drenaje de suelos arcillosos (SAGARPA, 2015). Aunado a ello, y con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, se cuenta con la aplicación de biofer-

tilizantes preparados con microorganismos y aplicados al suelo o planta, además de reducir la contaminación generada por los agroquímicos. Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son clasificados dentro de dos grupos: el primero incluye microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico, y mejorando la tolerancia al estrés por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas por parte de la planta; y el segundo incluye microorganismos, los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos (Bashan y Holguin, 1998; Lucy *et al.*, 2004). Puede haber microorganismos que puedan estar en los dos grupos, que además de promover el crecimiento de la planta inhiben los efectos de microorganismos patógenos (Kloepper *et al.*, 1980).

El uso de compostas tiene influencia sobre la fertilidad de los suelos, y se ha demostrado su aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, aunque varía según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2000). Los abonos orgánicos son un medio para la proliferación de hongos y bacterias benéficas que reducen el riesgo en el desarrollo de enfermedades a las plantas (Méndez *et al.*, 2012); por ello, la pérdida de materia orgánica en el suelo, genera deficiencia de nutrientes para las plantas, disminuyendo rendimientos y la calidad de los productos. Mediante la materia orgánica se enriquece la fertilidad del suelo. La composta proporciona y mejora las condiciones de fertilidad, estructura, textura, pH, e incrementa la capacidad de retención de agua y nutrientes (De Luna y Vázquez, 2009; Luna *et al.*, 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes niveles de composta para mejorar el desarrollo, la calidad y la producción de maíz para elote.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en los campos de investigación del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Veracruz (19° 24' 53.9" N y 96° 21' 07.7" O), con un clima AW2 (García, 1973). El análisis de suelo se realizó dos semanas antes de la siembra, tomando la muestra del suelo aleatoriamente en forma de zig zag, donde dio como resultado una textura migajón arenoso con un pH de 6.9, acidez y salinidad neutra. La siembra se llevó en el ciclo primavera-verano del 2015, y antes de la siembra las semillas se inocularon con dos fertilizantes biológicos, mezclando 16.8 g de cada uno en 250 g de azúcar, disueltos en 500 ml de agua. Se estableció un diseño completamente al

azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones en una dimensión de 480 m², con 20 unidades experimentales (5 m×4.80 m), cada una, con una distancia entre surcos de 80 cm, y 20 cm entre plantas (62500 plantas ha⁻¹) sembrando un híbrido. Las labores culturales fueron: rastro, barbecho y surcado. En cuanto al riego, debido a las características del terreno y al no contar con la infraestructura adecuada se utilizó el riego rodado y la aplicación de un biofertilizante a las cuatro semanas de que germinaran las semillas. Los tratamientos empleados tres niveles de composta con cachaza de caña de azúcar, un testigo absoluto (sin fertilización) y una dosis de fertilizantes químicos recomendada para la zona (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dosis empleadas en los tratamientos para la evaluación de diferentes niveles de composta En el ITUG, 2015.

Tratamientos	Contenido
T1	55.5 kg de cachaza
T2	111 kg de cachaza
T3	166.5 kg de cachaza
T4	391.29 g de fosfato diamónico y 825 g de nitrógeno
T5	Testigo

Cuadro 2. Variables consideradas para la evaluación de diferentes niveles de composta.

Variable	Descripción
AP	La medición se tomó a partir de la base del tallo hasta el ápice terminal, tomando una muestra de 10 plantas útiles semanalmente por tratamiento.
DT	La medición se realizó a 5 cm de altura de la base del tallo se tomó una muestra de 10 plantas útiles semanalmente por tratamiento.
LEH	La medida se tomó de extremo a extremo de 10 elotes de forma horizontal por tratamiento.
DEH	Se midió el ancho del elote en la parte más gruesa.
PEH	Se tomó el peso en grupos de 10 elotes por tratamiento.
LE	Se utilizó el mismo procedimiento que LEH cuando el elote no tenía hoja.
DE	Se utilizó el mismo procedimiento que DEH cuando el elote no tenía hoja.
PE	Se utilizó el mismo procedimiento que PEH cuando el elote no tenía hoja.
PG	Se pesaron los granos en grupos de 10 elotes por tratamiento.
PO	El peso se tomó de 10 olotes por cada tratamiento.
PRF	Se pesó en grupos de 10 por cada tratamiento.
PRS	Se deshidrataron las raíces y se volvieron a pesar en grupos de 10.

Las variables a evaluar fueron: Altura de Planta (AP), Diámetro de Tallo (DT), Largo del Elote con Hoja (LEH), Diámetro del Elote con Hoja (DEH), Peso del Elote con Hoja (PEH), Largo del Elote sin Hoja (LE), Diámetro del Elote sin Hoja (DE), Peso del Elote sin hoja (PE), Peso del Grano (PG), Peso del Olot (PO), Peso de la Raíz en Fresco (PRF) y Peso de la Raíz en Seco (PRS) (Cuadro 2), utilizando un flexómetro de 5 m, un vernier digital y una báscula.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System), realizando el análisis de varianza y la comparación de medias Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que no se presentó diferencia estadística en ninguno de los tratamientos para el primer muestreo (2 de abril); en el segundo muestreo los tratamientos 1 y 5 fueron los más deficientes, seguidos de los tratamientos 2 y 3, siendo el 4 el mejor del grupo. En los dos últimos muestreos (18 y 23 de abril) no hubo diferencia estadística, aunque los tratamientos 3 y 4 registraron mayor altura. Lo anterior coincide con lo publicado por (Fregoso, 2013) hasta la tercer lectura, pero en la cuarta ya no, pues registró que el tratamiento con 18.5 t de composta ha⁻¹ fue superior al resto de los tratamientos, mientras que Garay *et al.* (2014), mencionan que no existe diferencia entre tratamien-

tos; sin embargo, obtuvieron mayor altura de planta en los tratamientos, atribuido a que dichos autores trabajaron con una variedad distinta a la utilizada en este trabajo, al igual que Gutiérrez *et al.* (2004) y Austudillo (2011), quienes utilizaron otro tipo de abono orgánico (Cuadro 3).

Para esta variable, en el primer muestreo los tratamientos 1 y 5 resultaron ser deficientes, siendo el 4 el mejor del grupo. En los siguientes tres no existe

diferencia estadística entre los tratamientos; aunque 3 y 4 fueron los que registraron mayor diámetro, esto difiere con Fregoso (2013), ya que se mostró diferencia estadística en los tratamientos, los cuales obtuvieron 37 t ha⁻¹ y 55.5 t ha⁻¹ respectivamente y fueron estadísticamente superiores, pero esto puede deberse a que la variedad utilizada en este trabajo fue diferente. También se difiere de Matheus *et al.* (2007) y Méndez (2012), quienes obtuvieron que la fertilización orgánica superó a la fertilización química, aunque esto puede ser porque fueron diferentes variedades de maíz, tipos de fertilización orgánica y condiciones (Cuadro 4).

Cuadro 3. Comparación de dosis de fertilización para altura de planta en *Zea mays* L.

Tratamiento	Dosis de fertilización	Altura de planta (cm)			
		2 Abril	9 Abril	16 Abril	23 Abril
1	18.5 t ha ⁻¹	34.050 A	44.975 B	62.825 A	89.65 A
2	37 t ha ⁻¹	36.900 A	47.925 AB	63.600 A	92.50 A
3	55.5 t ha ⁻¹	37.650 A	50.750 AB	71.200 A	109.10 A
4	150-60-00	40.900 A	56.150 A	76.250 A	112.23 A
5	Testigo	32.550 A	43.400 B	57.825 A	81.80 A
	Varianza	0.479327	0.631475	0.415449	0.371687
	Coefficiente de variación	10.97145	9.403358	15.17475	20.97636

Cuadro 4. Comparación de medias del diámetro de planta de *Zea mays* L.

Tratamiento	Dosis de fertilización	Diámetro de planta (mm)			
		2 Abril	9 Abril	16 Abril	23 Abril
1	18.5 t ha ⁻¹	7.9750B	11.533 A	15.065 A	17.873 A
2	37 t ha ⁻¹	8.4675 AB	12.628 A	14.913 A	17.528 A
3	55.5 t ha ⁻¹	9.2475 AB	13.808 A	16.643 A	18.975 A
4	150-60-00	10.2350 A	14.775 A	17.270 A	18.403 A
5	Testigo	7.7150B	11.110 A	13.968 A	16.810 A
	Varianza	0.603651	0.490543	0.434197	0.272475
	Coefficiente de variación	11.09137	14.28945	12.01128	9.319108

En las variables peso del grano y olote no hubo diferencia estadística entre los tratamientos 1 y 5 (Testigo), los demás tratamientos resultaron ser igual de eficientes, siendo el tratamiento 3 el que registró el mayor peso del grano (1.1250 kg, peso del olote 1.1500 kg) y el tratamiento 5 el que menor peso registró para las mismas variables (peso de grano 0.7500 kg; peso del olote 0.8500 kg). Lo anterior coincide con (López *et al.*, 2001) quienes no obtuvieron diferencia estadística entre la fertilización química y el abono orgánico en producción de grano, pero en su caso el tratamiento de la fertilización química fue la que mayor peso obtuvo.

CONCLUSIONES

Para la variable altura de planta durante el segundo muestreo, el tratamiento 4 (150N-60P-00K) fue el de mayor relevancia estadística; y para el caso de diámetro de tallo en el primer muestreo, el tratamiento 4 fue el mejor; esto puede deberse a que los nutrientes de la fertilización química pueden ser aprovechados con mayor rapidez, que los que aporta la fertilización orgánica, razón por la que en los primeros muestreos se presentó diferencia estadística entre la fertilización química y la de fuente orgánica y en los últimos muestreos no. En cuanto a peso del grano y peso del

olote no hubo diferencia estadística. Es por eso que, de acuerdo con los resultados obtenidos, se sugiere que la cantidad de composta aplicada influye en el desarrollo vegetativo del cultivo y en la producción, por lo que puede sustituir el aporte de fertilizantes químicos sin disminuir la producción.

LITERATURA CITADA

- Austudillo D.R. 2011. Efectos de la incorporación de materia orgánica al suelo, sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo. Ecuador. 61 p.
- Bashan Y., Holguin G. 1998. Proposal for the division of plant growth-promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB. *Soil Biology and Biochemistry*. (30): 1225-1228.
- De Luna V.A., Vázquez A.E. 2009. Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. 4-12 pp.
- Fregoso H. 2013. Evaluación de diferentes niveles de composta, en el cultivo de maíz elotero (*Zea mays*) en Úrsulo Galván Ver.
- Garay I., Díaz A., Rivera A.E., Fregoso H. 2013. Evaluación de niveles de composta, en el cultivo de maíz elotero (*Zea mays*) En Úrsulo Galván Ver. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals. Celaya, Guanajuato, México. Tomo 8. 1142 p.
- Garay I., Díaz A., Rivera A.E., Montiel T. 2014. Evaluación de composta y fertilización química en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en Úrsulo Galván Ver. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals. Celaya, Guanajuato, México. Tomo 10. 1580 p.

- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen 1936.
- Gutiérrez E., Espinoza A., Palomo A., Lozano J.J., Antuna O. 2004. Aptitud combinatoria de híbridos para maíz para la Comarca Lagunera. Revista Fitotecnia Mexicana. Chapingo, México. 7-11 pp.
- Kloepper J.W., Schroth M.N., Miller T.D. 1980. Effects of Rhizosphere colonization by plantgrowth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. Phytopathology. (70):1078-1082.
- López J.D., Díaz E., Martínez R., Valdez C. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra. (19): 293-299.
- Lucy M., Reed E., Glick B.R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie Van Leeuwenhoek. (86): 1-25.
- Luna A., García M., Rodríguez E., Vázquez J., Rodríguez E. 2014. Impacto Económico de la Agricultura Orgánica en comparativo con la Agricultura Tradicional en el cultivo del Maíz. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 161 p.
- Matheus L., Caracas J., Montilla F., Fernández O. 2007. Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays*). Agricultura andina. (13): 27-38.
- Méndez O., León N.S., Gutiérrez F.A., Rincón R., Álvarez J.D. 2012. Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. Gayana Botánica. (69): 49-54.
- Nadal A., Wise A.T. 2005. Los costos ambientales de la liberación agrícola: El comercio de Maíz entre México y EE. UU. En el marco del NAFTA. Globalización y Medio Ambiente: Lecciones desde las Américas. México. 52 p.
- Robles S.R. 1983. Producción de granos y forrajes. Editorial LIMUSA. Cuarta edición. Distrito Federal, México.
- Romero L., María del R.A., Trinidad S.R., García E., Ferrara C.R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrobiencia. (34): 261-269.
- SAGARPA. 2016. Aumenta producción de maíz 12.7 por ciento en cuatro años. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGDIC042016.aspx>
- SAGARPA. 2015. Elaboración de composta. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf>.
- SEFIPLAN. 2016. Sistema de información municipal. <http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2016/05/Ursulo-Galv%C3%A1n.pdf>.

