

EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA SEMILLA DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.), EN HUAZULCO, MORELOS, MÉXICO

ORGANIC FERTILIZERS EFFECT ON THE QUALITY AND YIELD OF AMARANTO SEED (*Amaranthus hypochondriacus* L.), IN HUAZULCO, MORELOS, MEXICO

**María Eugenia Bahena-Galindo^{1*}, Rogelio Oliver-Guadarrama¹,
Verónica Villalba-Santamaría²**

¹Laboratorio de Edafoclimatología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos. México. Tel: 7773297029 ext. 3221.

²Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM.

*Autor para correspondencia: bahenam@uaem.mx

RESUMEN

El impulsar la agricultura con abonos orgánicos brinda a los suelos la capacidad de absorber los distintos elementos nutritivos, así como reducir el uso de los insumos externos, proteger la salud del ser humano y la biodiversidad. En este sentido, el presente trabajo plantea como objetivo evaluar la calidad y el rendimiento de la semilla de amaranto utilizando en el cultivo, dos compostas como fuente de nutrientes, sobre un suelo de tipo Regosol, característico de la zona de estudio. Los resultados asociados a la calidad y

rendimiento de la semilla son las variables altura de planta y perímetro de la panoja. Los análisis estadísticos realizados en estas variables para los diferentes tratamientos, no mostraron diferencia significativa a los 30 y 120 días posteriores a la siembra. En el caso del tamaño de la semilla, esta varía de acuerdo al tratamiento y va de 0.85 mm en el tratamiento T1, hasta 0.92 mm para el tratamiento T3; en cuanto a la germinación, la semilla de todos los tratamientos excepto el testigo, son viables para siembras posteriores. El llenado de la semilla en el tratamiento T3 presentó el mayor porcentaje con un 87.6%, y el de menor valor fue de

78.5% en el tratamiento T4. El mayor rendimiento fue para el tratamiento T3 con 891.76 kg/ha; mientras que el menor valor se obtuvo en el tratamiento T1 con 466.66 kg/ha. En el reventado los datos fueron muy similares ya que en cada tratamiento se obtuvo el doble del volumen de semilla inicial utilizado.

Palabras clave: *Tamaño de semilla, llenado de semilla, rendimiento, Amaranthus hypochondriacus L.*

ABSTRACT

Boosting agriculture with organic fertilizers gives the soil the ability to absorb different nutritional elements, as well as reduce the use of external inputs, protect human health and biodiversity. In this sense, the present work aims to evaluate the quality and yield of amaranth seed using two composts as a source of nutrients during the culture, in a Regosol soil, which is the characteristic soil of the area of study. The results associated with the quality and yield of the seed are the variables of plant height and the perimeter of the panicle, in the statistical analyzes performed for these variables in the different treatments, they did not show significant difference at 30 and 120 days after planting. In the case of the size of the seed it varies according to the treatment and goes from 0.85 mm in the treatment T1, up to 0.92 mm for the treatment T3; as for germination, all treatments except the control are viable seed for subsequent plantings. While in the seeds, treatment T3 presented the highest percentage with 87.6% and the lowest percentage of 78.5% was for treatment T4. The highest yield was for treatment T3 with 891.76 kg/ha; while the lowest value was obtained in treatment T1 with 466.66 kg/ha. In the busting of de seed the data were very similar, since in each treatment, the volume of seed obtained was the double than used in beginning.

Keywords: *Seed size, seed filling, yield, Amaranthus hypochondriacus L.*

INTRODUCCIÓN

La necesidad de disminuir la dependencia de agroquímicos en los distintos cultivos obliga a buscar alternativas viables y sostenibles. El uso de los recursos que rodean al sistema de producción agrícola, es uno de los pilares de la conservación del ambiente. Antes de iniciar una actividad agrícola o instalar una huerta, es muy importante conocer la condición en que se encuentra el suelo, atendiendo que es el elemento donde se desarrollan las raíces y se encuentran los elementos minerales que utilizan las plantas para su crecimiento y producción (FAO, 2013). Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola, sus principales funciones, como sustrato, medio de cultivo, cobertura o mulch, están ligadas al mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes químicos (Medina *et al.*, 2002). Por lo que desde el punto de vista agronómico, el amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.), es una especie que prospera en regiones temporales de baja precipitación donde los cultivos básicos tienen poco éxito. Es muy resistente a la sequía, temperaturas elevadas y requiere menos cantidad de agua. Es una planta fácil de establecer y crece vigorosamente, adaptándose a nuevos medios. Lo anterior hace del amaranto una excelente alternativa para la agricultura. El estado Morelos está registrado como productor de amaranto, ocupa el tercer lugar a nivel nacional en cuanto al volumen de producción; en donde los municipios Huazulco y Amilcingo, produjeron 8.7% del volumen de producción nacional en el periodo 2010-2012, ambos del municipio de Temoac, Morelos.

Este municipio en 2010-2013 produjo 100% de total estatal, sin embargo, la superficie y la producción han disminuido de manera significativa, ya que la primera pasó de 270 ha en los años 2011 y 2012 a apenas 100 ha en 2013 y 2014, mientras que la

producción se redujo de 372 toneladas a 132, en los siguientes años (SIAP, 2011).

Estudios anteriores realizados en el municipio de Temoac, Morelos, México, mostraron que la incorporación de abonos orgánicos al cultivo de amaranto mejora el rendimiento, así como el aumento de la altura, la longitud y el perímetro de las plantas. Por otra parte, en la recuperación y estructura del suelo, aumentó el contenido de materia orgánica, de carbono y de nitrógeno (Castillo, 2005).

Pérez (2013), indica que el uso de los abonos a corto plazo contribuye a mantener la fertilidad del suelo, proporcionando a la planta lo que necesita para su crecimiento y desarrollo a largo plazo, además de mantener la reserva de nutrientes. De tal manera que este trabajo plantea proporcionar información sobre la calidad de la semilla (tamaño, pureza, reventado, geminado, etc.) producida con dos compostas elaboradas con distintos desechos; una denominada Zompantle realizada con residuos de frutas, cáscaras de naranja, jitomate, tortilla, ceniza, hojarasca de jardín y restos de comida, con una maduración de 60 días; y una segunda denominada tenebrio (gusano de harina) que contiene residuos de la alimentación tales como avena, pan duro, maíz, harina de trigo y otros cereales, así como aserrín, cartón, cáscara de plátano y pan.

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la localidad de Huazulco, perteneciente al municipio de Temoac, Morelos. Se localiza al oriente del estado, limita al norte con Zacualpan de Amilpas y Yecapixtla, al sur con los municipios de Jantetelco y Jonacatepec, al este con el estado de Puebla y al oeste con Ayala (Figura 1). Está dividido en cuatro localidades que son: Temoac (cabecera municipal), Amilcingo, Huazulco y Popotlán. Se encuentra en la vertiente sur del Popocatepetl entre los paralelos 18°50'23" de latitud norte y 90°10'32" de longitud oeste, con un rango de altitud entre los 1450 y 1550 msnm (Barreto *et al.*, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El presente trabajo se llevó a cabo durante el periodo junio - diciembre del 2017, bajo condiciones de temporal en la localidad de Huazulco perteneciente al municipio de Temoac, Morelos.



Figura 1. Localización geográfica del área de estudio del experimento del efecto de abonos orgánicos en la calidad y rendimiento de la semilla de amaranto, en Huazulco, Morelos, México.

Se estableció un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno, dando como resultado 12 parcelas, cada una de cinco metros de largo por tres de ancho, con un total de 180 m²; la separación entre surcos fue de 80 cm; las divisiones de las parcelas se realizaron colocando estacas y mecahilo con una separación de 50 cm.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

1. Testigo (T1)
2. Composta de zompante (T2)
3. Combinado (T3)
4. Composta de Tenebrio (T4)

Para el óptimo desarrollo de la investigación, el trabajo se dividió en dos fases:

- ✓ Fase de campo
- ✓ Fase de laboratorio

Fase de campo

Preparación del terreno

La preparación del terreno para la siembra se realizó de forma mecanizada de forma tradicional, barbecho, rastra, cruza y surcado a 80 cm de distancia entre surco y surco. Se realizó un muestreo de suelo antes de la siembra y otro después de la cosecha. Ambos a una profundidad de 0 a 30 cm; el primero con la finalidad de analizar el estado del contenido nutricional del suelo antes de la aplicación de las compostas y el segundo para corroborar la aportación de materia orgánica de dichas compostas.

Siembra y Fertilización

La siembra se realizó en el mes de junio de 2017, de forma mateada tomando una pizca de semilla entre los dedos, depositándola cada 30 cm, sobre el lomo del surco abriendo aproximadamente medio milímetro y colocando la semilla de amaranto; posteriormente se cubren con un poco de suelo. La semilla utilizada se obtuvo de la cosecha del ciclo anterior realizada por los productores de la región.

Antes de la fertilización, se realizó un desahijé que consiste en la eliminación de plantas para evitar la competencia intraespecífica por nutrientes; utilizando la dosis óptima para este cultivo que es de 150 kg de N/ha.

Para llegar a esta dosis con los abonos orgánicos se aplicaron las siguientes cantidades: 1.2 kg de composta de zompante y 1.6 kg de composta de tenebrio, para el combinado se utilizó la mezcla del 50 % de ambos. Previamente, a nivel de laboratorio se analizó el contenido de N de las diferentes fuentes; la aplicación se realizó a pie de mata cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 cm.

Crecimiento y desarrollo de la planta

Para evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, se seleccionaron diez plantas al azar de cada parcela, lo que representó el 10 % de la densidad total de siembra. A cada una se les tomaron las siguientes mediciones botánicas: altura de la planta, altura y diámetro de la panoja.

Cosecha, secado y trillado

Las panojas se cortan a los 120 días después de la siembra, cuando se observó que la semilla ya no presenta el centro cristalino y se desprendía fácilmente de la panoja al sacudirla, con una coloración amarillo paja; estos aspectos revelan su madurez. Posteriormente, se expusieron al sol durante quince días para eliminar la humedad; se juntaron las plantas por tratamiento y se trillaron. Para la limpieza se utilizaron tamices de diferente cribado.

Fase de laboratorio

Análisis edafológicos

Las muestras de suelos se secaron a temperatura ambiente (22-25 °C), sin exposición directa al sol; posteriormente se tamizaron en una malla de 32 µm de abertura. Cada muestra se analizó a nivel físico y químico bajo los parámetros marcados por la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Calidad de la semilla

Para evaluar las características cualitativas de la semilla y determinar su calidad se tomó como base la Norma Mexicana NMX-FF-116-SCFI-2010, la cual se refiere a productos agrícolas destinados para el consumo humano, grano reventado de Amaranto (*Amarantus* spp.) para uso y consumo humano especificaciones y métodos de ensayo. La técnica basada en esta norma consta en observar 1000 semillas y separarlas en: vanas, llenas y oscuras para posteriormente, calcular el porcentaje de la calidad de semilla. De las mismas se realizan las siguientes evaluaciones:

Tamaño de la semilla

Para realizar esta medición, se utilizó un microscopio estereoscópico, con regla integrada, estableciendo la diferenciación entre los tratamientos, en cuanto a tamaño y forma de la semilla

Germinado

El germinado se realizó con 100 semillas de cada tratamiento con dos repeticiones, en cajas Petri de 90 x 15 mm. Se colocó un papel filtro húmedo en el cual se dispersaron las semillas, se cubrieron y se dejaron en un lugar fresco a temperatura ambiente en la oscuridad y sin moverlas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en una unidad de suelo denominada Regosol, cuyas características físicas determinadas son las siguientes: el color es 10 YR, 5/4 pardo amarillento en seco; y en húmedo 10 YR, 3/4 pardo amarillento oscuro; densidad aparente de 1.21 g/ml, densidad real de 2.5 g/ml; porosidad de 52% a 55% y textura franco arenoso. En cuanto a los parámetros químicos la materia orgánica se incrementó de 2% a 3.2% al igual que para el carbono y el nitrógeno. En cuanto al

pH se encuentra en la escala de fuertemente ácido (4.5 a 5.2).

Características de crecimiento y desarrollo del cultivo

La altura de la planta, longitud y diámetro de la panoja se han reportado como variables asociadas al rendimiento; hipotéticamente cuando existen plantas más altas, panojas más grandes y gruesas, la tendencia del rendimiento sería directamente proporcional (González, 2007); para tal efecto los análisis estadísticos realizados para la variable altura de planta, en los diferentes tratamientos (T1-T4) no mostraron diferencia significativa a los 30 y 120 días posteriores a la siembra (Figura 2), atribuyendo esto a la aplicación de los abonos orgánicos, no obstante lo anterior no significa resultados negativos, por el contrario, es evidencia de la efectividad en la producción de amaranto, puesto que los promedios obtenidos al aplicar los diferentes tratamientos son similares a los reportados por Castillo (2005), utilizando como abono orgánico a la gallinaza. Para el caso de la altura de la panoja el mejor tratamiento fue el tratamiento T2 (composta denominada Zompantele), sin embargo en el perímetro fue muy similar en todos los tratamientos por lo que no se mostraron diferencias significativas para estos dos parámetros evaluados de crecimiento.

Parámetros de calidad de la semilla

Tamaño y pruebas de germinación de la semilla

La semilla con mayor talla se obtuvo en el tratamiento combinado (T3) con un promedio de 0.92 mm, cabe mencionar que en este tratamiento se obtuvo el valor más bajo en cuanto a la longitud de panoja y altura de la planta. El tratamiento T1 (testigo) obtuvo la semilla de menor tamaño 0.85 mm. Las pruebas de germinación por tratamiento se realizaron con dos repeticiones. Los primeros brotes de la germinación se presentaron a las 72 horas obteniendo el 90% para el tratamiento T2 (composta

denominada Zompantle), en tanto que los tratamientos T3 y T4 (combinado y composta denominada tenebrio) obtuvieron el 89%; mientras que valor menor fue para el tratamiento T1 (Testigo) con el 82%. Estos resultados permiten recomendar la semillas para ciclos de siembra posteriores ya que cumplen lo establecido por Ruiz *et al.* (2010); quienes señalan que una óptima semilla debe tener una germinación mayor al 85%, de esta manera la semilla estará lista para ser sembrada con la suficiente confiabilidad en la calidad genética, física, sanitaria y fisiológica para su establecimiento y producción (Figura 3).

Características cualitativas de la semilla

Para el caso de la prueba de la pureza (Cuadro 1), se observa que se agregó semilla cultivada con agroquímicos para realizar la comparación entre los tratamientos orgánicos. El tratamiento T3 (combinado) presentó el mayor porcentaje de semillas llenas con un 87.6% y el de menor porcentaje (78.5%) lo presentó el tratamiento T4 (composta denominada zompantle). En cuanto a la presencia de semillas oscuras el mayor porcentaje lo obtuvo el tratamiento T1 (testigo con 11.2%), seguido del tratamiento T4, esto se debe al intercambio genético entre las plantas cultivadas y las especies silvestres. En el caso de semillas vanas el tratamiento químico resultó el de mayor porcentaje (14.2%).

Rendimiento y reventado de la semilla

El rendimiento es la variables más importante tanto para productores como para los investigadores (Ocampo, 2003), éste valor se obtiene al cuantificar la semilla obtenida de la cosecha. Fue necesario utilizar datos de la producción realizada por los productores regionales con el uso de agroquímicos para comparar dicho rendimiento (Cuadro 2), sin embargo los datos obtenidos se acercan a dichos valores reportados por ellos; por lo que el mayor rendimiento comparado entre los tratamientos lo obtuvo el tratamiento T3

(combinado) con 891.76 kg/ha; mientras que el menor valor se obtuvo en el tratamiento T1 (Testigo) con 466.66 kg/ha.

En cuanto al reventado los datos fueron muy similares con respecto al volumen obtenido, ya que en cada tratamiento se obtuvo el doble del volumen inicial utilizado de semilla; destacando que el producido con agroquímicos obtuvo el menor volumen (Cuadro 2).

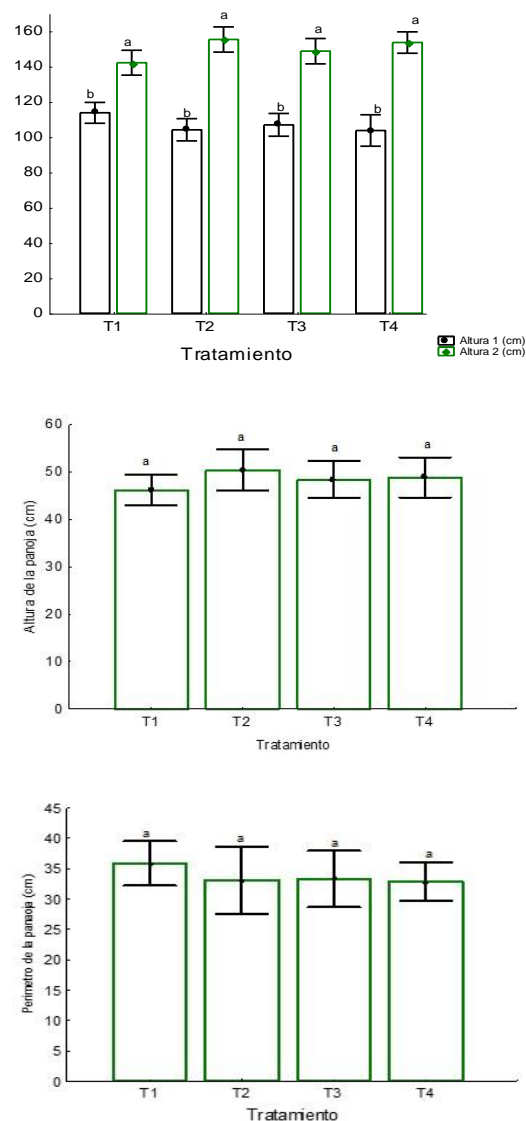


Figura 2. Altura de planta y altura y perímetro de la panoja de amaranto observados en el experimento del efecto de abonos orgánicos en la calidad y rendimiento de la semilla de amaranto, en Huazulco, Morelos, México.



Figura 3. Tamaño de la semilla y germinación, registrados en el experimento del efecto de abonos orgánicos en la calidad y rendimiento de la semilla de amaranto, en Huazulco, Morelos, México.

Cuadro 1. Características cualitativas de la semilla, observadas en el experimento del efecto de abonos orgánicos en la calidad y rendimiento de la semilla de amaranto, en Huazulco, Morelos, México.

Tratamientos	Porcentaje		Color Oscuro	
	Llenas	Vanas	Negra	Café
T1	79.4	9.4	0	11.2
T2	82.3	9.9	0	7.8
T3	87.6	4.6	0	7.8
T4	78.5	9.9	2.3	9.3
Químico	79.8	14.2	0	6.0

Cuadro 2. Rendimiento y calidad de la semilla de amaranto, observados en el experimento del efecto de abonos orgánicos en la calidad y rendimiento de la semilla de amaranto, en Huazulco, Morelos, México.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Gramos reventados	Hidratación con agua (durante 24 h)
T1	466.66	8.1g (10ml)	19 ml
T2	682.21	8.3 g (10ml)	20 ml
T3	891.76	8.2 g (10ml)	20 ml
T4	886.21	8.4 g (10ml)	19 ml
Químico	950.00	8.1 g (10ml)	16 ml

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el rendimiento, calidad y reventado de semilla de los diferentes tratamientos implementados en la presente investigación, al ser comparados con el testigo regional fertilizado químicamente, evidencia que no hay diferencia en producción ya que se obtuvieron rendimientos muy similares.

De acuerdo con los resultados obtenidos, no hay una relación directa entre la altura de la planta y el rendimiento, ya que el tratamiento T2 (composta denominada Zompante) obtuvo la mayor altura, no así el mayor rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Barreto, S., M.P., M. Taboada S., R. Oliver G. y F. Bonilla H. 2003. El cultivo de amaranto en el municipio de Temoac, Morelos, México. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. 48 pp.
- Castillo G.,C. 2005. Efecto de la aplicación de gallinaza en el cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en el campo experimental del CBTa No.39 de Temoac Morelos. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- FAO. 2013. Recursos Naturales y Medio Ambiente. www.fao.org/nr/nr-home/es/. (Consulta 6 de noviembre del 2017).
- González J., A.K. 2007. Evaluación del rendimiento del cultivo de amaranto a diferentes fechas de siembra, con fertilización orgánica en Temoac, Morelos. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Medina L., A., I. Monsalve O. y F. Forero A. 2002. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Ciencias Hortícolas* 4(1): 109-125. ISSN 2011-2173.
- Norma Mexicana. NMX-FF-116-SCFI-2010. La cual se refiere a productos agrícolas destinados para el consumo humano, grano reventado de Amaranto (*Amarantus spp.*)
- Norma Oficial Mexicana. Nom-021-Semarnat-2000. Que establece las especificaciones de la fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.
- Ocampo L., I.E. 2003. *Respuesta de diferentes dosis de fertilización orgánica (gallinaza) en el cultivo de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) en Huitzilac, Morelos*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 33 pp.
- Pérez A., A. 2013. Calidad de la producción de semilla orgánica de amaranto fertilizada con diferentes fuentes de nitrógeno en el municipio de Tochmilco, Puebla. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Ruiz E., F., J.G. Beltrán M., B. Loya R., A. Murillo A., M.A. Nieto G., J.L. Torres T., S. García H., S. Zamora y J.E. Breton M. 2010. Tecnología para la Obtención, Producción y Conservación de Semillas Orgánicas. Capítulo XIV de Agricultura Orgánica, Tercera Parte, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo-CONACyT. Editores García H. J.L., Salazar S. E., Corona C.I., Fortis H. M., Trejo E. H.I., pp 272-292.
- SIAP. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca. Producción de Amaranto del estado de Morelos.