

# EVALUACIÓN DEL USO DE COMPOSTAS SOBRE EL CULTIVO DE LECHUGA

Joseph Israel Hernández Rivadeneyra, Javier Carvajal Avalos, Rigoberto Castro Rivera, Myrna Solís Oba.  
Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Carretera Estatal Santa Inés Tecuexcomac-Tepetitla, km. 1.5, Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, cp 90700.  
Correo electrónico: myrobatlx@yahoo.com.mx

## RESUMEN

En la actualidad hay varios problemas ambientales como la alta generación de residuos orgánicos y su inadecuada disposición, así como el uso excesivo de fertilizantes químicos que dañan los suelos, repercutiendo en una menor producción agrícola. En este proyecto, se evaluó el proceso de compostaje usando residuos agrícolas, vegetales y animales. Las compostas resultantes tuvieron valores de conductividad y contenido de C, K y P, dentro de los valores recomendados para ser aplicadas en el cultivo agrícola. Las compostas se usaron para el cultivo de lechuga, con dos de ellas las plantas crecieron más y tuvieron mayor número de hojas promedio comparadas con el uso de fertilizantes químicos. Este resultado es interesante ya que indica que es posible sustituir el uso de fertilizantes por compostas, con lo cual se eliminarán los problemas asociados al uso de agroquímicos.

Palabras clave: composta, residuos orgánicos, lechuga.

## ABSTRACT

At present there are several environmental problems such as the high generation of organic waste and its inadequate disposal, the excessive use of chemical fertilizers that damage the soil, resulting in less agricultural production. This project evaluated the composting process using agricultural, vegetable and animal waste. The resulting compounds had values of conductivity and content of C, K and P, within the values recommended to be applied in the agricultural crop. The composts were used for lettuce cultivation, with two of them, lettuce grew more and had more leaves compared to the use of chemical fertilizers. This result is interesting since it indicates that it is possible to substitute the use of fertilizers by compounds, which will eliminate the problems associated with the use of agrochemicals.

Key words: compost, organic residues, lettuce



# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 AGRICULTURA ORGÁNICA.

La agricultura orgánica es el sistema de producción que trata de maximizar la utilización de los recursos naturales, propiciando la fertilidad de los suelos, la actividad biológica propia del mismo sustrato y minimizar el uso de recursos no renovables. Los pesticidas sintéticos, fertilizantes minerales, productos farmacéuticos, los lodos residuales y la irradiación están prohibidos en todos los estándares orgánicos (FAO, 2014).

A nivel mundial la producción de alimentos orgánicos ha ido en aumento, llegando a destinar 37.2 millones de hectáreas en el 2011. El valor total en ventas ese mismo año fue por 63 mil millones de dólares. Desde el año 2002, la agricultura orgánica ha mantenido un crecimiento constante y considerable a pesar de la recesión económica global, y se considera que al menos el 1% del total de las tierras cultivadas en América Latina y el Caribe se dedican a cultivos orgánicos (FAO, 2014).

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de agricultura orgánica, ésta debe considerarse dos aspectos esenciales: (a) la diversidad estructural y de procesos, y (b) el manejo ecológico del suelo y nutrición (Brenes, 2003). El hombre ha aplicado toda clase de materias orgánicas a los suelos cultivados, durante mucho tiempo se consideró que las plantas se nutrían directamente del humus del suelo y la presencia de este material marcaba su fertilidad (Julca-Otiniano, et al, 2006).

Se ha demostrado que la utilización de fertilizantes orgánicos, incrementa la productividad del suelo en diversos tipos de cultivo, favorecen la mineralización y la capacidad de intercambio catiónico debido a su procedencia y composición (Félix-Herrán, et al, 2008). De igual manera favorece el restablecimiento de las características fisicoquímicas del suelo, al agregar materia orgánica al suelo, se mejora su contenido de carbono, sirviendo como reserva de nutrientes y micronutrientes. Los niveles de nitrógeno presentes, la capacidad de retención del agua se restablecen y se regula el pH (Julca-Otiniano, et al, 2006).

## 1.2 LECHUGA

La lechuga posee un alto contenido de agua, vitaminas, minerales y fibra que favorece y facilita el peristaltismo. Según el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, es una muy buena fuente de vitamina A, C, ácido fólico y potasio (Infoalimentación), por lo que resulta una fuente importante de dichos nutrientes en la dieta mexicana por su composición nutrimental y fácil acceso (alimentos.org), ver figura 1.



Figura 1. Cultivo de lechuga

En promedio se estima que la cantidad de nutrientes requeridos por hectárea de cultivo de lechuga son: 50 kg/ha de Nitrógeno, 25 kg/ha de Fósforo, 130 kg/ha de Potasio (Casaca, et al, 2005), 35 kg/ha de Calcio y 10 kg/ha de Magnesio (Casaca, et al, 2005).

## 1.3 COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso metabólico realizado por diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir biomasa, calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, llamado compost o composta (Navarro, 1999). El compostaje es una práctica ampliamente aceptada para el manejo de residuos y obtención de sustratos útiles para la agricultura; por un lado, ayuda a la protección del medio ambiente y por otro, para lograr una producción agrícola sostenible. El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola (Altamirano y Carranza, 2006). La FAO define como composta a la mezcla de materia orgánica en descomposición, en condiciones aeróbicas, que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Román, et al, 2013).

La composta tiene la capacidad de restablecer los nutrientes perdidos por la erosión del suelo, restablece los niveles adecuados de pH, CIC, densidad y textura del sustrato, favorece la retención de humedad e incorpora nutrientes y micronutrientes al suelo, que permanecen por mayor tiempo disponibles en el suelo, ya que evita la lixiviación de los mismos (Navarro, 1999; Altamirano y Carranza, 2006; FAO, 2014).

El objetivo del presente fue elaborar compostas con residuos de diferente naturaleza y aplicarlas al cultivo de lechuga.

# 2. Métodos y Materiales

## 2.1 Preparación de compostas

Se montaron cuatro pilas de residuos para preparar las compostas, con la composición que se describe en la tabla 1. El proceso de compostaje se realizó por el método de pilas. La aireación se realizó cada 15 días por volteos mecánicos, después de airear se humedecieron los residuos. Este proceso continuó hasta que se observó completa descomposición de los residuos.

Tabla 1. Materiales usados para la preparación de las compostas

Identificación de la composta	Residuo vegetal	Estiércol	Rastrojo
RV	96 kg	---	4.5 Kg
E	---	144 kg	4.5 Kg
E-RV	24 kg	144 kg	4.5 Kg
RA	---	---	70 Kg

Conforme inició el proceso de descomposición de los materiales, cada semana se tomaron muestras de cada pila para realizarles mediciones de temperatura, pH y CE. Antes de aplicar las compostas se hizo prueba de madurez, según metodología descrita por Zucconi et al. (1981). En la figura 2, se observa una fotografía de dos de las pilas montadas.



Figura 2. Pila para las compostas: tratamiento E-RV y tratamiento VE

## 2.2 Cultivo de lechuga

Los cultivos se llevaron a cabo bajo condiciones de invernadero en macetas de un kg de capacidad, se colocó suelo agrícola alejado al Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada y se mezcló con 10% en peso seco de cada una de las compostas. Como controles se usó suelo sin ninguna adición de abono y suelo fertilizado químicamente. Los parámetros que se midieron en las plantas fueron: altura de las plantas y número de hojas.

# 3. RESULTADOS

## 3.1 PROCESO DE COMPOSTAJE

En la figura 3 se muestra los cambios que hubo en la temperatura, en las cuatro pilas que se montaron. Se observó que la temperatura fue disminuyendo conforme avanzó el proceso de compostaje, lo cual indica una disminución en la actividad microbiana ocasionada por la menor disponibilidad de nutrientes.

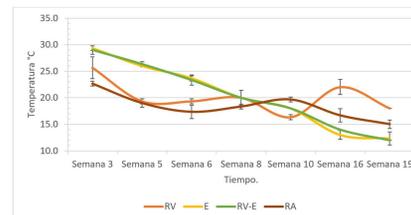


Figura 3. Evolución de la temperatura durante el proceso de compostaje

Según Sánchez-Monedero et al. (2001), la evolución del pH en el compostaje presenta tres fases: durante la fase mesofílica se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más lábil, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. Eventualmente, esta bajada inicial del pH puede ser muy pronunciada si existen condiciones anaeróbicas, pues se formarán aún más cantidad de ácidos orgánicos. En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas y en la tercera fase, el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos que tienen propiedades tampón. Todas las compostas quedaron en un pH básico, lo ideal es que este parámetro tenga un valor entre 6 y 8.

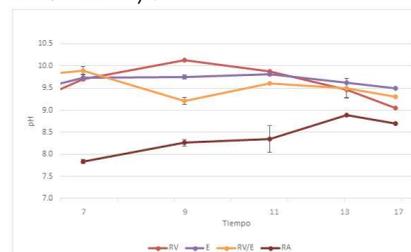


Figura 4. Cambios en el pH durante el proceso de compostaje

La conductividad eléctrica (CE) de una composta está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso. La CE tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes (Sánchez-Monedero, et al, 2001). Lo recomendable es que la CE sea menor a 4 dS/cm, todas las compostas cumplieron con este valor, lo cual indica que hubo formación de sales.

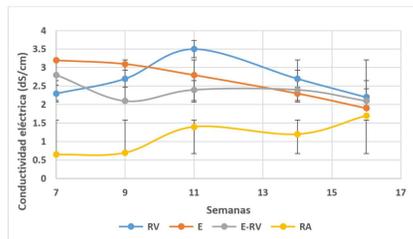


Figura 5. Cambios en la conductividad durante el proceso de compostaje

La tabla 2 muestra los parámetros finales medidos a las cuatro compostas y su comparación con la NADF-020-AMBT-2011. El pH fue alcalino, la conductividad eléctrica y el contenido de nutrientes estuvieron en los intervalos marcados por la norma. La composta elaborada con residuos vegetales y estiércol tuvo los valores más altos en N y P y la elaborada únicamente con rastrojo tuvo la mayor cantidad de carbono orgánico. El índice de germinación fue bajo, ya que el valor recomendado es mayor al 75% (NADF-020-AMBT-2011).

Tabla 2. Parámetros finales de las compostas

Composta	pH	Parámetros finales					
		CE (mS/cm)	IG (%)	%C orgánico	K (%K <sub>2</sub> O)	P (mg/kg)	% Humedad
RV	9.0±0.02	3.4±0.00	61.5±10.11	28.53%	0.84	320	2.9±0.45
E	9.5±0.02	4.1±0.00	63.4±28.99	47.06%	1.4	254	6.9±0.73
E-RV	9.3±0.02	3.8±0.00	64.9±2.12	45.11%	1.41	590	4.2±0.19
RA	8.5±0.01	2.3±0.00	89.8±1.9	54.21%	1.14	106	10.1±0.48
<b>Norma*</b>	6.5 a 8	<8dS/cm	>75%	>20%	1 a 3	1 a 3	25-35%

\* NADF-020-AMBT-2011.

### 3.2 CULTIVO DE LECHUGA

Se evaluaron dos parámetros a las plantas de manera semanal: altura de la parte aérea y el número de hojas, los cuales se compararon con un control suelo, donde no hubo adición de ningún fertilizante (línea verde discontinua) y con

control aplicando fertilizante (línea azul discontinua). En el caso de la altura, se observa que con todas las compostas se obtuvo mayor altura que en el control suelo, lo que indica que efectivamente las compostas aportaron nutrientes (ver figura 6). Con la composta preparada con rastrojo vegetal se obtuvo la mayor altura, ésta composta tuvo el mayor contenido de C y mayor índice de germinación, le siguió en altura las pantas donde se aplicó la composta preparada con residuos vegetal. No hubo diferencias estadísticas en la altura alcanzada con las demás compostas y el control fertilizante químico.

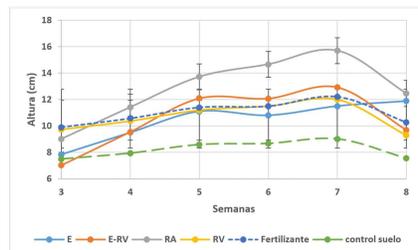


Figura 6. Altura promedio de las plantas durante el ciclo de cultivo

La figura 7 muestra el número promedio de hojas, nuevamente con el control suelo se obtuvo las plantas con menor número de hojas. El mayor número de hojas se obtuvo con las plantas del tratamiento RA, seguido del RV, los cuales mostraron mayor número de hojas promedio incluso del control donde se aplicó fertilizante.

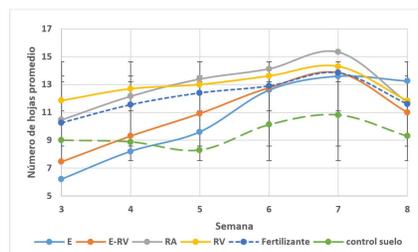


Figura 7. Número de hojas promedio registradas durante el ciclo de cultivo

## CONCLUSIONES

Utilizando residuos vegetales, animales o la mezcla de ellos se obtienen compostas con contenido de carbono orgánico, K, P y con una conductividad eléctrica que cumplen con la norma NADF-020-AMBT-2011, por lo que dichas compostas pueden ser aplicadas en agricultura.

Las compostas obtenidas con residuos vegetales, animales o la mezcla de ellos, promovieron el desarrollo del cultivo de lechuga, incluso dando mejores resultados que utilizando fertilizantes químicos. Este resultado es interesante ya que sugiere que es posible sustituir el uso de fertilizantes por compostas, con lo cual se eliminarán los problemas asociados al uso de agroquímicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alimentos.org Lechuga, información general de la lechuga. <http://alimentos.org/es/lechuga> [Fecha de revisión 30 de marzo 2017].
- Altamirano, FM y Carranza, C.C. (2006). Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual. Rev. Inst. investig. Fac. geol. minas metal. cienc. geogr. 9(17): 75-84.
- Brenes, L. 2003. Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. Manejo Integrado Plagas Agroecol 70: 7-18.
- Casaca, D. 2005. El cultivo de lechuga. Guías tecnológicas de frutas y vegetales.
- Banco interamericano de desarrollo. Documento técnico. pp 11.
- FAO. Capítulo 1. Conceptos y temas generales de la agricultura orgánica. <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s03.htm> [Fecha de revisión 26 de febrero del 2017]
- Félix, H.J.A., Raudel, R.S.T., Rojo, M.G.E., Martínez, R.R. and Olalde, P.V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai. 4(1): 57-67.
- Infoalimentación, Propiedades nutricionales de frutas y hortalizas. <http://www.infoalimentacion.com/>

frutas\_hortalizas/propiedades\_nutricionales\_frutas\_hortalizas.htm [Fecha de revisión 24 de febrero del 2017].

Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., Bello-Amez, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. Ilesia. 24(1): 49-61.

NADF-020-AMBT-2011. Norma ambiental para el Distrito Federal NADF-020-AMBT-2011, que establece los requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas de calidad de la composta producida y/o distribuida en el Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal. México.

Navarro, R. 1999. Manual para hacer composta aeróbica. Ed. CESTA. Amigos de la Tierra. San Salvador, El Salvador. pp. 1-21

Román, P., Martínez, M. and Pantoja, A. 2013. Manual de compostaje para el agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Chile. pp 21-43.

Sánchez-Monedero, M.A., Roig, A., Paredes, C. and Bernal, M.P. 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. Biores. Technol. 78(3): 301-308.

Zucconi, F., Pera, A., Forte, M. and De Bertoldi, M. (1981). Evaluating toxicity of

immature compost. BioCycle, 22: 54-57.

