



**AgEcon** SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

# CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE ABONOS ORGÁNICOS ENRIQUECIDO CON GUANO DE MURCIÉLAGO

## CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC FERTILIZERS ENRICHED WITH BAT GUANO

Palma-López, D.J.<sup>1</sup>; Castillo-Salas, J.M.<sup>2</sup>; Salgado-García, S.<sup>1\*</sup>; Ortiz-Ceballos, Á.I.<sup>3</sup>; Aceves-Navarro E.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n km 3.5. H. Cárdenas, Tabasco. México. <sup>2</sup>Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Campeche. <sup>3</sup>Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana. <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Campeche.

\*Autor de correspondencia: salgados@colpos.mx

### RESUMEN

Una alternativa para solucionar el problema de los residuos agroindustriales es el composteo, por ello el objetivo de este trabajo fue caracterizar químicamente las compostas elaboradas con subproductos agroindustriales y enriquecidas con guano de murciélago. Para generar los tratamientos de composta, se utilizó un diseño factorial 3x4 con cachaza de *Saccharum* spp., desecho de plátano (*Musa* sp.), cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), en cantidades de 20, 30, 40 y 50 kg cada uno; y 30, 20, 10 y 0 kg de guano de murciélago en presentación comercial. Se utilizó el proceso Indore con cuatro repeticiones. Para el control de madurez se evaluó la temperatura, humedad, y relación amonio/nitrato. Los cambios de temperatura durante el proceso de composteo permitieron identificar las fases mesófila, termófila y mesófila; la humedad y la relación  $\text{NH}_4^+$  /  $\text{NO}_3^-$  confirmaron la madurez de las compostas, y el pH varió de ácido a alcalino, considerado como benéfico para aplicaciones diferenciadas al suelo. Los valores de pH, CE, MO, N, y Humedad, así como los contenidos de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn de las compostas, sugieren buena calidad para suministro al suelo.

**Palabras claves:** compostas, estiércol, cachaza, desecho de cacao, plátano.

### ABSTRACT

An alternative to solve the problem of agroindustrial residues is composting, so the objective of this study was to chemically characterize the composts elaborated with agroindustrial byproducts and enriched with bat guano. To generate the compost treatments, a 3x4 factorial design was used with *Saccharum* spp. sludge, banana (*Musa* sp.) waste, cacao (*Theobroma cacao* L.) chaff, in the amounts of 20, 30, 40 and 50 kg each; and 30, 20, 10 and 0 kg of bat guano in commercial presentation. The Indore process was used with four repetitions. For the control of maturity, the temperature, moisture and ammonium/nitrate relation were evaluated. The temperature changes during the composting process allowed identifying the mesophyll, thermophyll and mesophyll phases; the moisture and the  $\text{NH}_4^+$  /  $\text{NO}_3^-$  relation confirmed the maturity of the composts, and the pH varied from acid to alkaline, considering this as a beneficial for differentiated applications on the soil. The values of pH, CE, MO, N, and Moisture, as well as the contents of P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn from the composts suggest good quality for the soil supply.

**Keywords:** composts, manure, sludge, cacao waste, banana.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 12, diciembre. 2016, pp: 10-15.

**Recibido:** junio, 2016. **Aceptado:** noviembre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

**La pérdida** de materia orgánica (MO) es un proceso que ha provocado la degradación física en los suelos del estado de Tabasco, México, lo cual se refleja en problemas asociados con la estructura, tales como la disminución de porosidad y mayor compactación. En el estado de Tabasco, los suelos arcillosos más representativos son Vertisoles éútricos (VRe) y Vertisoles peli-éútricos (VRep), con 19.9% de la superficie; además, de una asociación con Leptosoles réndzicos que representan 2.4% (Palma-López *et al.*, 2007). La degradación física se debe al bajo contenido de MO que genera un aumento en la cohesión entre las partículas más finas provocando un drenaje deficiente. El estado de Tabasco produce 2 211,116 t de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), 541,998 t de plátano (*Musa paradisiaca*) y 16,269 t de cacao (*Theobroma cacao*) (SAGARPA, 2014); que ha generado una alerta ecológica por la cantidad de desechos al ambiente; los cuales se sabe son del orden de 68,313 t año<sup>-1</sup> de cachaza; 1073,722 t año<sup>-1</sup> de desperdicio de plátano y 83,759 t<sup>-1</sup> de cáscara de cacao. Otro residuo en la región son los importantes depósitos de guano de murciélago (Albuja, 1999), ubicados en la región Montañosa de Boca del Cerro, Municipio de Tenosique, los cuales pueden ser aprovechados a través del composteo para enriquecer al suelo con MO a largo plazo. El aporte de abonos orgánicos al suelo puede ayudar a conservar y fomentar la estructura, debido a que la MO es considerada como un agente activo que favorece la agregación a través de mecanismos físicos y químicos (Arreola *et al.*, 2004), siempre que se apliquen procesos de compostaje (Chen e Inbar, 1993). Con la finalidad de generar información que coadyuve al aprovechamiento de estos recursos se caracterizaron químicamente compostas elaboradas con subproductos agroindustriales y enriquecidas con guano de murciélago.



## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el campo experimental del Colegio de Posgraduados Campus Tabasco, ubicado en el km. 21 de la carretera Cárdenas-Coatzacoalcos (17° 59' N y 93° 34' O), el clima es cálido húmedo con lluvias durante todo el año, con temperatura media anual de 26 °C, precipitación media anual de 2256 mm, y humedad relativa mayor de 80%.

## Recolección de residuos agroindustriales y guano de murciélago

**Cachaza (CA)**: son los lodos del proceso de filtración del jugo de caña (Salgado *et al.*, 2013), recolectados en el ingenio Pdte. Benito Juárez. **Desecho de plátano (DP)**, consisten en raquis y frutos manchados o lesionados que por su tamaño no cumplen con las normas de calidad, y se recolectaron de una empacadora, ubicada en la Ranchería Quintana Roo en Teapa, Tabasco. **Cascari-lla de cacao (CC)**, son el pericarpio del fruto ("mazorca") que se obtienen de la cosecha del grano de cacao y se obtuvo de un predio de producción orgánica de cacao en la ranchería Miguel Hidalgo de H. Cárdenas, Tabasco. El **Guano de murciélago (GM)**, se adquirió con Agregados del Usumacinta, que es la empresa que está realizando la extracción del guano de murciélago en las cavernas de las Montañas de Boca del Cerro en Tenosique, Tabasco. Se tomaron muestras de estos residuos y del GM, para caracterizar el contenido nutrimental, los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Suelos Plantas y Aguas (LASPA) del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco con los métodos descritos en la NOM-021-RECNAT (2000).

## Diseño experimental y tratamientos de composteo

Se utilizó un diseño factorial 3x4 (tres residuos agroindustriales: CA, DP y CC, en cantidades de 20, 30, 40 y 50 kg<sup>-1</sup> cada uno; y cuatro niveles de GM: 30, 20, 10 y 0 kg<sup>-1</sup>), formando 12 tratamientos de composteo. Se utilizó el proceso Indore (Seymour, 1980), que consiste en un contenedor de 60 cm de diámetro y 30 cm de alto, se aplicaron capas de 5 cm en el siguiente orden: paja seca, paja fresca, desechos agroindustriales, guano, suelo y cenizas, hasta llenar el contenedor. El peso total de cada tratamiento fue de 85 kg, conformado por 50 kg de residuos agroindustriales más guano, 5 kg de paja seca de arvenses, 5 kg de paja de arvenses fresca, 20 kg de suelo de cacaotal, 5 kg de ceniza producto de la quema del bagazo en las calderas del Ingenio Pdte. Benito Juárez. Todos los materiales fueron picados manualmente y cernidos. Los 12 tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El área de composteo fue un cobertizo techado, con piso de cemento y ventilación natural. El proceso de composteo se completó a los 102 días, y cada 30 días se realizó una aireación y riego para mantener la humedad de la composta.



## Variables

Indicadores de madurez: temperatura, humedad y la relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ .

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), se registró con un termómetro de mercurio en  $^{\circ}\text{C}$ , las lecturas se registraron cada dos días a tres profundidades del contenedor. Humedad (%), se determinó con el método gravimétrico, cada 15 días. Para la relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ , se tomaron muestras compuestas provenientes de cinco puntos del contenedor, las cuales se homogenizaron y mantuvieron refrigeradas para su transporte al LASPA. Las muestras fueron secadas a la sombra, molidas y tamizadas a 2 mm para su análisis (NOM-021-RECNAT, 2000). Propiedades químicas de las compostas. La muestra fue llevada al LASPA, donde fueron secadas, molidas y tamizadas para su análisis de pH, MO, CE, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, de acuerdo con los métodos descritos en la NOM-021-RECNAT (2000). Con respecto a los indicadores de madurez solo se calculó la media. Para las propiedades químicas se realizó el análisis de varianza con el diseño factorial y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, con el SAS 6.12 para Windows<sup>®</sup> (SAS Institute, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Indicadores de madurez

La temperatura tuvo un comportamiento normal de acuerdo al proceso de composteo, únicamente se observó disminución de temperatura después del riego. La fase mesófila tuvo una duración de 18 días, seguida de la fase termófila que duró aproximadamente 58 días en la cual ocurre la mineralización de los residuos agrícolas, para retornar a la fase mesófila, esta última con una duración de 26 días y donde la mineralización es muy lenta. Lo anterior es indicativo del proceso de madurez de la composta (Lazcano *et al.*, 2008). Este periodo de composteo de 102 días fue mayor a los 90 días registrados para el composteo de cachaza (Bojórquez *et al.*, 2014). La humedad de la composta se mantuvo cercana a 30% durante el proceso de composteo, únicamente, en las compostas conformadas por residuos agroindustriales de 20 kg+30 kg de guano de murciélago, se observó humedad mayor de 30%. No obstante, esta humedad estuvo en el rango de 20% a 40% estipulada en la NMX-FF-109-SCFI-2008 y menor a 68% de humedad reportado para vermicomposta de estiércol vacuno, reportado por Durán y Enríquez (2010) y a 59% de humedad reportado para la composta de cachaza de Arreola *et al.* (2004).

Referente a la relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ , únicamente en la composta de cachaza 50 kg+0 kg de GM, se obtuvo una relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  mayor de 1; en el resto se observaron relaciones menores de 0.6; lo cual ratifica la madurez de la composta. Las relaciones  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  de las compostas, son similares a las reportadas para otras compostas a base de lodos municipales, lodos de cerveza, bagazo de sorgo, desechos de algodón y corteza de pino, cuyos valores fluctúan entre 0.04 a 0.16 (Bernai *et al.*, 1998).

### Características químicas de las compostas

Acidez (pH). El pH de las compostas presentó diferencias significativas para el efecto de dosis de guano y su interacción  $\text{G} \times \text{R}$  (Cuadro 1). La adición de guano tuvo un efecto acidificante en la composta, lo cual se explica por la mineralización de los compuestos de nitrógeno y fósforo, liberación de  $\text{CO}_2$  y ácidos orgánicos de metabolismo microbiano, así como, producción de ácidos húmicos y fúlvicos (Lazcano *et al.*, 2008). Por el contrario, la composta de residuo agroindustrial de plátano presentó un pH alcalino, que coincide con el valor de 9 para vermicompost de plátano (Dúran y Enríquez, 2007). Esta diversidad de pH se considera benéfica y está dentro del rango considerado como adecuado (5.5 a 8.5, según NMX-FF-109-SCFI-2008). El pH de la composta puede usarse para realizar aplicaciones dirigidas por ejemplo composta de pH alcalino para suelos ácidos, mejorando la disponibilidad de los nutrientes en el suelo (Arreola *et al.*, 2004).

En cuanto a la Conductividad eléctrica (CE,  $\text{dSm}^{-1}$ ), las compostas presentaron respuesta significativa a las dosis de guano, a los residuos agroindustriales y su interacción  $\text{G} \times \text{R}$  (Cuadro 1). El aumento de la dosis de guano incrementó la CE de la composta, debido a la liberación de sales solubles como amonio y fosfato después de la degradación de los compuestos más lábiles en la etapa termófila de compostaje (Lazcano *et al.*, 2008), de acuerdo con la NMX-FF-109-SCFI-2008 la CE debe ser menor de 4  $\text{dSm}^{-1}$ , para no afectar el desarrollo de los cultivos sensibles a la salinidad. La composta a base de residuos de plátano presentó mayor CE que la establecida en la norma, lo cual sugiere, que no deben elaborarse mezclas con 10 kg de guano y 40 kg de residuo de plátano y cacao respectivamente; ya que las sales presentes aumentan la CE.

**Materia orgánica** (MO, %) de la composta presentó respuestas significativa a las dosis de guano y residuos agroindustriales (Cuadro 1), registrando una tendencia a

disminuir significativamente en las compostas, con el siguiente orden Cacao>Cachaza>Plátano. Por otra parte, el incremento de las dosis de guano favoreció la mineralización de los restos orgánicos, por ello se observó menor contenido de MO en las compostas elaboradas con 30 kg de guano, 33.7% de MO en promedio. La MO de las compostas es alto y se encuentra dentro del intervalo de la norma (20% a 50%, NMX-FF-109-SCFI-2008). Asegurando el aporte de nutrientes y su acción como mejorador del suelo en general.

**Nitrógeno** total (N). El contenido de N en las compostas registró diferencias significativas para las dosis de guano, residuos agroindustriales y su interacción G×R (Cuadro 1). El aumento de la dosis de guano tiene un efecto negativo en el contenido de N y los residuos agroindustriales presentan una tendencia a disminuir la concentración de N en el siguiente orden cachaza>cacao>plátano; la pérdida de N se debe a la volatilización del NH<sub>3</sub> durante la fase termófila. Únicamente la composta de cachaza supera al 1% de N, establecido como nivel mínimo para compostas de buena calidad (20% a 50%, NMX-FF-109-SCFI-2008). Las compostas de cachaza y cacao sin adición de guano presentaron 1.16% y 1.25% de N respectivamente. El guano acelera la mineralización de los residuos y genera compostas con un contenido pobre de N (Lazcano *et al.*, 2008). La cachaza del ingenio Pdte. Benito Juárez genera compostas más pobres en N que las compostas elaboradas en el ingenio Pujiltilic, que se caracterizan por presentar 1.6% de N (Salgado *et al.*, 2014). Las compostas mostraron una relación C/N de 22.5 a 32, superior a la relación C/N de 20 establecida en la NMX-FF-109-SCFI-2008, sin embargo, cuando la relación C/N están entre 20 a 25, la mineralización y la inmovilización ocurren simultáneamente con una liberación de N (Cerrato *et al.*, 2007).

**Fósforo** (P). El contenido de P en las compostas presentó diferencias significativas únicamente para dosis de guano y su interacción G×R (Cuadro 1). La composta de cacao con 30 kg de guano y la de residuos agroindustrial de plátano, presentaron los mayores contenidos de P con 0.29% y 0.25%. No existe referencia en la NMX-FF-109-SCFI-2008 para el P y el resto de los nutrientes K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn. Las comparaciones se realizarán con los resultados de compostas reportadas en la literatura. El contenido de P de las compostas es mayor al 0.001% de P reportado para composta de cachaza elaborada en la región (Córdova *et al.*, 2016), lo cual ase-

gura un suministro de P para la planta. El contenido de P en las compostas es variable y depende del P presente en el suelo (Arreola *et al.*, 2004; Salgado *et al.*, 2011, Salgado *et al.*, 2014).

**Potasio** (K). El contenido de K en las compostas presentó diferencias significativas para las dosis de guano, residuos agroindustriales y su interacción G×R (Cuadro 1). Se observó que la adición de guano a los residuos agroindustriales indujo una reducción en el contenido de K. La composta elaborada con residuos de plátano y cacao, presentaron mayor contenido de K en comparación con la composta de cachaza. Estos contenidos aseguran buen suministro para las plantas. El contenido de K de las compostas es variable y depende del residuo usado: 0.21% de K para las compostas y lombricompostas de cachaza elaboradas en Pujiltilic (Salgado *et al.*, 2014), 0.009% de K para composta de cachaza elaborada en la región (Córdova *et al.*, 2016).

**Calcio** (Ca). Únicamente se observaron diferencias significativas a dosis de guano en el contenido de Ca (Cuadro 1), lo que indica que a medida que se aumenta la dosis se incrementa el contenido de calcio. El contenido de Ca superó el 0.76% reportado por Córdova *et al.* (2016) para composta de cachaza elaborada en la región de la Chontalpa; pero resultó inferior al 6.75% de Ca de la composta de cachaza elaborada en Pujiltilic, donde los suelos son calcáreos (Salgado *et al.*, 2014), por lo cual, el contenido de Ca registrado en las compostas, asegura el suministro de este nutriente para la planta.

**Magnesio** (Mg). Se observaron diferencias significativas a dosis de guano en el contenido de Mg (Cuadro 1), lo que indica que a medida que se aumenta la dosis de guano se reduce el contenido de Mg, observando un efecto de dilución. La composta elaborada con los residuos de plátano y cacao presentaron mayor contenido de Mg en comparación con la composta de cachaza. El 0.08% de Mg de la cachaza superó al 0.04% reportado para composta elaborada con cachaza en la región de la chontalpa (Córdova *et al.*, 2016); pero inferior al 0.16% de Mg para composta y lombricomposta de cachaza del ingenio Pujiltilic (Salgado *et al.*, 2014).

**Capacidad de intercambio de cationes** (CIC). La CIC en las compostas registró diferencias significativas para las dosis de guano, residuos agroindustriales y su interacción G×R (Cuadro 1). La adición de guano a los residuos

**Cuadro 1.** Características químicas de las compostas enriquecidas con guano de murciélago.

Factores de estudio		pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub> rel 1:2	CE (dSm <sup>-1</sup> )	MO	N	P	K	Ca	Mg	CIC cmol(+) <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup>	Fe	Cu	Zn	Mn
				(%)									(ppm)	
Residuo Agro industrial	Plátano	7.2 a	4.1a	41.3b	1.00a	0.23a	0.69a	1.45a	0.14a	21.2c	18.7b	7.6a	20.1b	4.3a
	Cacao	6.9ab	3.5b	45.5 a	0.90b	0.22a	0.58b	1.42a	0.11b	27.1a	35.8a	6.2b	23.9ab	4.1ab
	Cachaza	6.8b	2.9c	42.5b	0.80c	0.21a	0.25c	1.38a	0.08c	23.4b	33.0a	7.1a	21.0b	3.8b
Guano (kg)	30	6.5c	3.7b	33.7d	0.78c	0.29a	0.34d	2.32a	0.07d	17.3d	23.9b	7.5a	32.2a	3.4b
	20	6.6bc	3.9b	40.5c	0.84bc	0.21bc	0.43c	1.94b	0.09c	19.6c	28.3b	7.8a	25.2b	2.8b
	10	7.0b	4.2a	47.4b	0.87b	0.13c	0.55b	1.14c	0.13b	25.0b	28.0b	6.6b	18.7c	3.3b
	0	7.8a	2.1c	50.8a	1.12a	0.25ab	0.69a	0.29d	0.15a	33.5a	36.4a	5.7c	10.5d	6.8a
CV (%):		5.0	4.8	7.0	12.4	31.7	10.5	8.2	10.4	6.6	16.1	10.5	14.1	13.0
Prob de F:														
Guano (G):		0.09NS	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**
Residuos (R):		0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.56NS	0.01**	0.08NS	0.08NS	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**	0.01**
Int. G×R:		0.01**	0.01**	0.11NS	0.05*	0.01**	0.01**	0.10NS	0.10NS	0.01**	0.01**	0.01**	0.66NS	0.01**

agroindustriales redujo la CIC. Las compostas de residuos agroindustriales de cacao y cachaza presentaron la mayor CIC en comparación con la composta de residuos de plátano. La CIC de las compostas fue menor a los 40 cmol(+) kg reportada por la NMX-FF-109-SCFI-2008, como parámetro de calidad.

**Micro nutrientes:** Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Manganeso (Mn). Se observaron diferencias significativas para dosis de guanos, residuos agroindustriales, y su interacción G×R (con excepción de Zn). Las dosis de guano tuvieron efecto negativo en la concentración de Fe y Mn, ya que se redujeron a medida que se incrementó la dosis; por el contrario, se observó un efecto positivo en las concentraciones de Cu y Zn. Las compostas elaboradas con residuos agroindustriales de cacao y cachaza presentaron mayor concentración de micro nutrientes que el residuo de plátano. Sin embargo, estos contenidos nutrimentales son menores a los reportados para composta elaborada con cachaza del ingenio Pujilic con 3525, 125, 88 y 141 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, Cu, Zn y Mn (Salgado *et al.*, 2014) y a la composta de cachaza elaborada en la región de la chontalpa con 107, 28.8, 26.5, 20.9 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, Cu, Zn y Mn (Córdova *et al.*, 2016).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los valores de temperatura, humedad y relación NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> de las compostas, se sugiere que éstas alcanzaron la madurez a los 102 días. La adición de guano tiene un efecto acidificante en la composta; la composta de residuo de plátano presentó un pH alcali-

no, variación benéfica para realizar aplicaciones diferenciadas según el pH del suelo. La calidad de las compostas se considera aceptable de acuerdo a los parámetros pH, CE, MO, N y Humedad. Los contenidos de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn de las compostas evaluadas, aseguran buen suministro para el suelo.

## LITERATURA CITADA

- Albuja L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2da Edición. Departamento de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 288 p.
- Arreola E.J.A., Palma L.D.J., Salgado G.S., Camacho CH.W., Pastrana A.L. 2004. Efecto de Cachaza enriquecida sobre la producción y la calidad de la caña de azúcar. *TERRA* 22(3): 351-357.
- Cerrato M.E., Leblanc H.A., Kameko C. 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de bokashi, Compost y lombricompost producidos en la universidad EARTH. *Tierra Tropical* 3 (2): 183-197.
- Chen Y., Inbar Y. 1993. Chemical and spectroscopical analyses of organic matter transformations during composting in relation to compost maturity. *In: Science and Engineering of composting: Design, environmental, microbiological and utilization aspects.* Ed: H.A. Hoitink and H. Keener. The Ohio State University.
- Bernai M.P., Paredes C., Sánchez-Monedero M.A., Cegarra J. 1998. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology*, 63(1): 91-99.
- Córdova-Gamas G., Salgado-García S., Castelán-Estrada M., Palma-López D.J., García-Moya E., Lagunes-Espinoza L.C., Córdova-Sánchez S. 2016. Opciones de fertilización para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en Tabasco, México. *Agroproductividad* 9(3):27-34.
- Durán L., Enriquez C. 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. *Agronomía mesoamericana* 21(1):85-93.

- Lazcano C., Gómez-Brandón M., Domínguez J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere* 72: 1013–1019.
- Palma L.D.J., Cisneros D.J., Moreno C.E., Rincón R.J.A. 2007. *Suelos De Tabasco: Su Uso Y Manejo Sustentable*. Colegio De Postgraduados- ISPROTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México.
- SAGARPA. 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo 2013. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. México, D.F. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (Consultada 06/05/2016).
- Salgado-García S., Castelán-Estrada M., Aranda-Ibañez E.M., Ortiz-García C.F., Ortiz-Laurel H., Lagunes-Espinoza L.C., Mendoza-Hernández J.R.H., Córdova-Sánchez S. 2014. Validación de dosis generadas por el sistema de fertilización SIRDF para caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L). *Agroproductividad* 7(2):47-54.
- Salgado G.S., Lagunes E.L.C., Núñez E.R., Ortiz G.C.F., Bucio A.L., y Aranda I.E.M. 2013. *CAÑA DE AZUCAR: Producción sustentable*. BBA, Colegio de Postgraduados-Mundi Prensa. México, D.F. 520 p.
- Salgado-García S., Palma-López D. J., Zavala-Cruz J., Lagunes-Espinoza L. C., Castelán-Estrada M., Ortiz-García C. F., Juárez-López J. F., Ruiz-Rosado O., Armida-Alcudia L., Rincón-Ramírez J. A. y Córdova-Sánchez S. 2011. Un programa de fertilización sustentable para el Ingenio "Presidente Benito Juárez" en Tabasco, México. México. *REVAIA* 15(3):45-65.
- SAS Institute Inc. 1999. *Statistical Analysis System. Version 6.12*. Cary, NC.
- Seymour J. 1980. La práctica del horticultor autosuficiente. 229 p. <https://es.scribd.com/doc/41487324/La-Practica-Del-Horticultor-Autosuficiente-John-Seymour> (consultada junio de 2007).

