

Cuadernos *de* Biodiversidad



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Lixiviados de Raquis de Plátano: Obtención y Usos Potenciales *Leachate of Banana Rakes: Procurement and Potential Uses*

Chávez-Estudillo, V.¹, Valencia-Ordoñez, A.^{2,1}, Córdova-Nieto, C.¹, Flores-Estevéz, N.¹, Jarillo-Rodríguez,³ J., Noa-Carrazana^{1}, J.C.*

1. INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA Y ECOLOGÍA APLICADA. UNIVERSIDAD VERACRUZANA. CAMPUS PARA LA CULTURA, LAS ARTES Y EL DEPORTE . ZONA UNIVERSITARIA, 91090. XALAPA ENRÍQUEZ, VERACRUZ. INBIOTECA@UV.MX
 2. FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS QUÍMICAS. PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL. UNIVERSIDAD VERACRUZANA. CIRCUITO GONZALO AGUIRRE BELTRÁN, 91090. XALAPA, ENRÍQUEZ, VERACRUZ.
 3. CENTRO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN GANADERÍA TROPICAL (CEIEGT), APARTADO POSTAL 136, 93600 MARTÍNEZ DE LA TORRE, VERACRUZ, MÉXICO. FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- * AUTOR DE CORRESPONDENCIA. JNOA@UV.MX

RESUMEN

El plátano es uno de los frutos más consumidos en todo el mundo. Además de su sabor y potencial nutritivo puede ser fácilmente transportado y almacenado. En México anualmente se cultivan muchas variedades de plátanos en una superficie mayor a 70.000 hectáreas con una producción superior a 2 millones de toneladas de producto fresco. El cultivo de plátano en la región montañosa de Veracruz se

caracteriza por el manejo de un agrosistema plátano-café diversificado, en muchos casos en traspatio, que implica el uso de una gran diversidad de especies frutales y arbóreas asociadas. La producción de plátanos origina una gran cantidad de desechos orgánicos como son los frutos de rechazo y el raquis principalmente, los cuales no son aprovechados adecuadamente y podrían reutilizarse como materia orgánica para el suelo. En este trabajo se evaluó la producción y el contenido de nutrientes (macro y

micro elementos) del lixiviado del raquis de plátano en invernadero en charolas de 4 kg c/u. Se obtuvo un rendimiento del 30% de reparación de lixiviados. El potasio (K) es el elemento que más se recupera (1%) en los lixiviados alcalinos (pH 10). Se propone la lixiviación del raquis como una alternativa complementaria para la biofertilización del cultivo por la gran cantidad de nutrientes que presenta.

Plabras clave: Lixiviados, Bananos, Nutrientes, Nutrición

SUMMARY

Banana is one of the most consumed fruits in the world. Besides its flavor and nutritional potential can be easily transported and stored. In Mexico many varieties of bananas are grown on a surface area of more than 70.000 hectares with a production of more than 2 million tons of fresh product per year. In most of the cases the banana-coffee diversified agro-system is managed on the backyards and implies the use of a huge amount of diversity such as fruit and other tree species. Banana production causes a large amount of organic waste such as wasted fruits and rachis mainly. These are not properly used and could be reused as organic matter for the soil. In this work, the production and content of nutrients (macro and micro elements) of the banana rachis leachate in greenhouse in 4 kg trays each were evaluated. A yield of 30% of leachate repair was obtained. Potassium (K) is the most recovered element (1%) in alkaline leachate (pH 10). In this investigation, rachis leaching is proposed as a complementary alternative for crop nutrition due the large amount of nutrients that it contains.

Key words: Leached, Banana, Nutrients, Nutrition

INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa* spp.) es una fruta que se puede cultivar en cualquier región del mundo que presente clima cálido-húmedo, su consumo es mundial debido a su disponibilidad, valor nutritivo y bajo costo. Es rico en vitaminas B6, C y A, tiene alto contenido de potasio, magnesio, calcio y fibra dietética; es bajo en sodio, no contiene grasas ni colesterol (FAO, 2004).

En México, las variedades que se cultivan son: el Enano gigante, Macho, Manzano, Morado, Pera, Tabasco, Valery y Dominicó (SAGARPA, 2017) (Fig. 1). En México el 38% de la superficie de plátano cuenta con tecnificación de riego, lo cual genera el 51% del volumen y el 46% del valor total de este fruto. De acuerdo con los datos de información Agroalimentaria y Pesquería, la superficie sembrada es de 75.337 ha distribuidas en los estados de Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Veracruz es uno de los estados más productivos con un volumen de 2.208.651 toneladas anuales (SAGARPA, 2017) Sin embargo, de acuerdo a SIAP (2013-2017) la producción del país aumentó un 12.9 % hasta 270.000 toneladas (2017). En el Estado de Veracruz, se cultivan 10 variedades siendo el “plátano dominico” una de las más cultivadas (Noa-Carrazana & Flores-Estévez 2008). Entre los municipios veracruzanos más destacados en la cosecha de plátanos, se encuentra la municipalidad



Figura 1. Diversidad de plátanos cultivados en la región centro del Estado Veracruz (Foto: Noa-Carrazana, 2014).

de Tlapacoyan, donde la economía de la población depende totalmente de su producción (Fig. 2). Esta región presenta un agrosistema altamente diversificado con parcelas pequeñas con cultivos de plátano predominante intercalado (Aguilar-Lara et al., 2011) con especies tales como: naranja (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle), Tangerina (*Citrus tangerina* Hort. ex Tan.), Jinicuil (*Inga jinicuil* Schltdl. Cham.) Chalahuites (*Inga huastecana*), Piocho (*Melia azedarach* L.), Zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Steam) y algunas plantas cultivadas como cafetos (*Coffea arabica* L.) (Aguilar-Lara et al., 2016). En este agrosistema es donde se propone la estrategia del uso de lixiviados que, de manera sustentable, puede mitigar la problemática del desecho de raquis de plátanos, reducir costos directos de fertilización y disminuir el daño ecológico a las plantaciones (Chávez-Estudillo et al., 2013).

En el cultivo del plátano se han desarrollado diferentes programas y paquetes tecnológicos, principalmente destinados a la fertilización y el control de enfermedades y plagas. Las estrategias más comunes incluyen el uso de plaguicidas sintéticos, la utilización de fertilizantes minerales y la obtención de genotipos con resistencia (Hernández et al., 2007).

Sin embargo, el uso de agroquímicos sintéticos que se manejan de manera inadecuada pueden ocasionar daños en la salud y en el medio ambiente (Guzmán-Cabrera et al., 2017). Lamentablemente el aumento de la demanda de productos agrícolas y la resistencia de las plagas, han forzado a los productores a incrementar los insumos de agroquímicos para sus parcelas, lo que ha originado la disminución de sus ganancias e inclusive en algunos casos el abandono de las parcelas.

Por otra parte, en la producción de plátano como en la mayoría de los sistemas de producción agrícola se generan grandes cantidades de desecho orgánico. Como se observa en la Fig. 3, el proceso productivo del plátano ocasiona desechos como la fruta de rechazo, los pseudotallos, la hojarasca y principalmente los raquis. A pesar de algunas propuesta de reciclado de los raquis, como es el caso de obtención de papel (Russo, 1995), estos no son aprovechados adecuadamente. Los lixiviados de raquis, al ser un producto de la misma planta, poseen nutrientes esenciales que pueden reutilizarse para el propio cultivo (Cabral, 2006). La reutilización de nutrientes o el uso de fertilizantes orgánicos, aunque ya se encuentran en el mercado, no son totalmente acepta-



Figura 2. Cosecha tradicional de plátanos en Tlapacoyan, Veracruz. (Foto: Noa-Carrazana, 2011).

dos por los productores, principalmente por la falta de transferencia y apropiación de estas tecnología y el temor a mermas en la producción (Salazar-Sosa et al., 2010).

El raquis o pedúnculo floral, conocido también como pinzote o vástago, tiene una forma helicoidal y es el responsable del sostén de los racimos y, al momento de ser empaquetados, termina siendo un remanente de gran volumen. Este material por su valor nutricional puede ser reutilizado y reintegrado al suelo mediante la elaboración de composta y los subproductos de la misma, como el humus y los lixiviados (Smesrud et al., 2012). Además, se ha estudiado como un potencial controlador de plagas y patógenos, lo que se atribuye principalmente a la gran cantidad de microorganismos presentes en los lixiviados, más que en la propia composta (Staley et al., 2012).

Los lixiviados de raquis se han evaluado en el cultivo de tomate, demostrando una mayor actividad microbiana en la etapa de floración y cosecha (Muñoz & Madriñan-Molina, 2005). También han sido probados en el control del “mildiu polvoso” en la producción de rosas (Álvarez et al., 2003). En otro estudio se observó un efecto bioestimulante sobre el crecimiento de plántulas de plátano en viveros, aumentando la producción de biomasa foliar y el crecimiento radicular cuando se adicionaron ácidos húmicos extraídos del raquis (Russo, 1995). Además el raquis ha sido empleado como ingrediente para la fabricación de harinas, papel, violes, fermentos, forraje para ganado (FAO, 2012) y como un mecanismo de germinación de semilla (Oracz et al., 2012).

La Corporación Bananera Nacional de Costa Rica (CORBANA) ha realizado diversas investigaciones, incluyendo el uso de lixiviados provenientes de raquis, para combatir las enfermedades del plátano, principalmente el hongo conocido como “la sigatoka negra” (*Mycosphaerella fijiensis*), siendo la más agresiva de este cultivo (Escobar & Castaño, 2005). Se ha estudiado poco acerca de la composición de los lixiviados obtenidos del compostaje de material vegetal agrícola; actualmente se conoce que poseen alto contenido de sodio, potasio, nitrógeno

(Loncnar et al., 2010); (Popa & Green, 2012), fósforo (Yang et al., 2012), materia orgánica (Cheyins, 2009) y *Actinomicetos* (Cuesta et al., 2012).

En Veracruz, estas técnicas de control están comenzando a tomar auge, es por ello que la Universidad Veracruzana, a través de sus Programa Investigación-Docencia de Pre y Posgrado en el Instituto de Ecología y Biotecnología (INBIOTECA), se encuentra estudiando este proceso de producción de lixiviados de raquis, sus componentes, su efecto nutricional y de control de enfermedades en plátano, ya que se ha reportado su uso potencial para el control de hongos fitopatógenos (Xu et al., 2012).

LA OBTENCIÓN DE LIXIVIADOS

La descomposición de los raquis de plátano hasta producir el lixiviado ocurre a través de la sucesión de varias etapas, donde se clasifica la especie de procedencia del raquis, la empacadora de procedencia y finalmente la caracterización de las propiedades presentes en el lixiviado, siguiendo la metodología de Álvarez et al., 2013. Los estudios para la obtención de lixiviado se han realizado de manera experimental en un invernadero del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA). Para la obtención de los lixiviados (Fig. 3A,B) primeramente se apilaron raquis previamente seleccionados, de las variedades Dominico y Morado. Cada pila contenía cinco kilos de raqui y se colocaron en una charola individual con orificios para el drenado del lixiviado y una más sin orificios colocada debajo para la colecta de líquidos.

La colecta de lixiviado se realizó a partir del día 15 hasta el agotamiento. El lixiviado obtenido con anterioridad se vació nuevamente a la pila con la finalidad de acelerar la descomposición. Se colectó el lixiviado periódicamente en intervalos de 3 días en botellas color ámbar y se almacenaron a 4°C (Fig. 3D). Posteriormente los lotes de lixiviados fueron enviados para su análisis nutricional al laboratorio del Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Montecillo, Estado de México.



Figura 3. A-B) Raquis de plátano apilados después del proceso de corte y separación de las manos de plátano. C) Fibras de los raquis obtenidas del proceso de lixiviado. D) Lixiviados refrigerados obtenidos en Tlapacoyan, Veracruz (Foto: Valencia-Ordoñez, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La obtención de lixiviados puede variar dependiendo del tipo de raquis y los niveles de turgencia de los mismo, así como la época del año. Nuestros trabajos en condiciones de campo obtuvieron en promedio 300 litros de lixiviado por tonelada de raquis con una eficiencia de alrededor del 30% (Jarillo Galindo et al., 2016), coincidiendo estos resultados con la cosecha de lixiviados en invernaderos donde se obtuvo un rendimiento del 30% de lixiviados. Se comprobó la viabilidad de obtención de lixiviados en charolas en invernaderos, pero los

resultados fueron ligeramente menores. En todos los ensayos los lixiviados resultaron ser alcalinos con pH 10, lo que sugiere que deben ser aplicados diluidos con agua para no causar reacciones adversas a las plantas y al suelo. Los nutrientes principales obtenidos en los lixiviados fueron el Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), cobre (Cu) y Sodio (Na), entre otros (Cuadro 1). Las cantidades más importantes en la obtención de lixiviados de raquis de plátano Dominicano se obtuvieron a partir de 20 días, mientras que la colección de lixiviados en la variedad Morado se realizó a partir de los 26 días de lixiviación. El

Tipo de Ensayo	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Na
Campo (ppm)	45500.0	15901.0	66327.0	14910.0	15338.0	14720.0	14701.0	14818.0
Campo (%)	4.50	1.50	6.60	1.40	1.50	1.40	1.40	1.40
Inver. (ppm)	3640.00	12720.8	42208.0	14910.0	14315.4	16822.8	7350.5	10584.2
Inver. (%)	3.60	1.20	4.20	1.40	1.40	1.60	0.70	1.00

Cuadro 1. Concentración final de nutrientes obtenidos en los lixiviados en ensayos de campo e invernadero (Inver.).

agotamiento de la obtención de lixiviados de los vástago se observó entre los 35-45 días dependiendo de la época del año y la variedad.

El potasio (K) es el nutriente que se recupera en mayor cantidad de los lixiviados (Cuadro 1), variando su concentración alrededor de 13 mg/Kg de raquis en condiciones de ensayo piloto en campo, dependiendo de la variedad estudiada (Jarillo Galindo et al., 2016). En condiciones de experimentación en invernadero a pequeña escala, la productividad fue menor (12 mg/kg). Estos resultados sugieren que ambos ensayos de lixiviación de raquis permiten recuperar nutrientes en proporciones similares, lo que indica que se trata de un proceso con gran oportunidad para el escalado a gran volumen en campo. Los valores de concentración de nutrientes encontrados sugieren que la utilización de lixiviados pueden ser de gran valor para ser reincorporados al suelo y/o para utilizarse en viveros de plántulas. Es de destacar que el potasio (K) es el elemento que más se recupera en los lixiviados y el que más requiere el cultivo del plátano (Cuadro 1).

Los lixiviados de raquis contribuyen a la nutrición de las propias parcelas de plátano, esencialmente en el gran aporte de potasio, nutriente más importante e indispensable para el desarrollo de frutos. Complementariamente, pequeñas cantidades de estos lixiviados podrán aportar, una mayor diversidad de nutrientes (N, Fe, Mn, Na, Cu) al suelo con el fin de obtener un buen desarrollo del cultivo. El uso de estos lixiviados además de ayudar a la nutrición también podrán mitigar la incidencia de algunas enfermedades; sin embargo esta parte de la investigación está aún por concluir. En este sentido se ha comenzado a estudiar el efecto de algunos elementos como el Si, Cu, Ca, Br, Zn sobre la severidad del ataque de la sigatoka negra (Azofeifa et al., 2010).

El lixiviado de raquis de plátano puede ser un excelente complemento en la fertilización de los cultivos de plátanos, debido a la diversidad de nutrientes que presenta. De esta manera, contribuye a mitigar la incorporación de altas concentraciones de fertilizantes y permite la recuperación ecológica de los nutrientes al suelo y las comunidades de organismos que lo habitan.

Nuestro grupo se encuentra realizando otras evaluaciones de los lixiviados obtenidos con miras a comprender mejor su uso y su potencial interacción con la microbiota del suelo. Por otra parte, se ha propuesto que los lixiviados podrían funcionar, en algunos casos, como sustancias con actividad antiproliferativa, debido a sus compuestos del metabolismo secundario y la presencia de microflora abundante. Así, nuestro grupo se encuentra explorando el papel de estas sustancias en el manejo agrícola de virus vegetales, como el virus del rayado del plátano (BSV); un complejo con origen en secuencias endógenas insertas en el genoma de los plátanos. Estas secuencias pueden ser activadas y causar una infección episomal bajo ciertas condiciones de estrés ambiental (Susan-Tepetlan et al., 2016). Otros objetivos potenciales de este trabajo son la caracterización microbiológica de los lixiviados de raquis con la finalidad de comprender con mayor profundidad las posibles aplicaciones como un controlador biológico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del este trabajo expresan agradecimientos a la Asociación de Productores de Plátano de Tlapacoyan, Veracruz por su disponibilidad para el trabajo, las facilidades brindadas y el acceso a las parcelas. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT). Al Proyecto de Creación y consolidación de una planta piloto para la evaluación y producción de lixiviado de raquis de plátano dominico” (Conacyt-Secretaría de Economía 2013).

También agradecemos a la Universidad Veracruzana a través del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), por brindarnos las facilidades de formación académica y de recursos materiales para el Desarrollo del trabajo. También al Cuerpo Académico CA-UVER-234 “Biotecnología Ecología y la Sanidad Vegetal”. Al Sr. Don Baltasar Mendoza, Presidente de la Asociación de productores de plátano por las facilidades y la apertura para compartir experiencias. A todo el equipo de trabajo, funcionarios, productores y Académicos del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván campus Tlapacoyan.

REFERENCIAS

- Aguilar Lara, J.L., Noa-Carrazana J.C., Córdova Nieto, C., & Ortiz Ceballos, G.C. (2011). Presencia de sigatoka (*Mycosphaerella* sp) en cultivares diversificados de plátanos, en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. En: *Memorias XXIV Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y III Del Trópico Mexicano*. Edit. INIFAP-CIR Golfo. Centro. pp.97-100.
- Aguilar-Lara, J.L., Noa-Carrazana, J.C., Córdova-Nieto, C., Ortiz-Ceballos, G. & Escobar-Hernandez, M. (2016). Presencia de Sigatoka (*Mycosphaerella* sp.) en parcelas diversificadas de plátanos, en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. En: Joaquín-Medina, E., Escobar-Hernandez, R., Ibañez-Martínez, A., Marín-Andrade, A., Graillet-Contreras, S.E., y Merchat-Cruz, I. (eds.), *Manejo sostenible del cultivo del plátano*. Edit. Ed. BUAP, Teziutlán Puebla. pp:46-61.
- Álvarez, E., Grajales, C., Villegas, J. & Loke, J.B. (2003). Control of powdery in roses by applying lixiviated plantain rachis compost. [poster]. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 1 poster
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L. & Ceballos, G. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. (CIAT Publicación N° 387). 40 pp.
- Cabral, D. (2006). Microbiological quality of organic vegetables produced in soil treated with different types of manure and mineral fertilizer. *Brazilian Journal of Microbiology*. 37(4): 538-544. Doi. 10.1590/S1517-83822006000400025
- Chávez-Estudillo, V., Flores-Estévez, N., Castro-Luna, A.A., Ortiz-Ceballos, A., Ramos-Morales, R. & Noa-Carrazana J.C. (2013). Evaluación de la eficacia de lixiviados de composta de plátano y *Trichoderma* como un mecanismo de control para *Mycosphaerella fijiensis*. En: Castro-Luna, A.A., Perroni Ventura, Y., Alarcón, E. & Arteaga-Vázquez, M.A.M. (Eds.), *Memorias del 7° Simposio Interno de Investigación y Docencia*, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana. 5-7 de Febrero, Xalapa de Enríquez, Veracruz. pp.18.
- Cheyns, K. (2009). Effects of dissolved organic matter (DOM) at environmentally relevant carbon concentrations on atrazine degradation by *Chelatobacter heintzii* SalB. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 95(5):1333-41.
- Cuesta, G. García-de-la-Fuente, R., Abad, M. & Fornes, F. (2012). Isolation and identification of actinomycetes from a compost-amended soil with potential as biocontrol agents. *J. Environmental Management*. 95:S280-S284. 10.1016/j.jenvman.2010.11.023.
- Escobar-Velez, J.H. & Castaño-Zapata, J. (2005). Fulvic acid applications for the management of diseases caused by *Mycosphaerella* spp. *INFOMUSA* 14(2):15-17.
- FAO (2004). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Capt 1. Panorama general de la Producción y el Comercio Mundial de Banano. In: *La economía mundial del banano 1985-2002*. Consultado en <http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s04.htm#bm04>.
- FAO. (2012). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Statistical Yearbook 2012 World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. pp. 369.
- Guzmán-Cabrera, A., Noa-Carrazana, J.C., Escalante-Rebolledo, M.A. & Susan-Tepetlán P.V. (2017). Evaluación del suelo y residualidad de plaguicidas en suelos dedicados al cultivo de banano dominico en Tlapacoyan, Veracruz. I *Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Colegio de Ingenieros Ambientales de México A. C.* 21-23 de febrero de 2017. Villahermosa, Tabasco, México.
- Hernández, R., Ramírez, T., Noa-Carrazana, J.C., Rodríguez-Fernández, R., Cañal, M.J., Flores-Estévez, N., Corujo, M., Noceda, C. & Ventura, J.C. (2007). Generation of five new *Musa* hybrids with resistance to black sigatoka and high yield. *Amer. J. Agric. & Biol. Sci.* 2(2):43-48. Doi. 10.3844/ajabssp.2007.43.48.
- Jarillo Galindo, S., Jarillo-Rodríguez, J., Escobar-Hernández, R. & Noa Carrazana, J.C. (2016). Lixiviado de vástago de plátano. Manual técnico. En: López-Ortega, M. & R. Palestina-Guerrero (Eds.), *Memorias del 10° Simposio Interno de Investigación y Docencia*, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana. 20-22 de Septiembre del 2016, Xalapa de Enríquez, Veracruz. México, pp.16.
- Loncnar, M., Zupancic, M., Bukovek, P. & Justin, M.Z. (2010). Fate of saline ions in a planted landfill site with leachate recirculation. *Waste Manage.* 30:110-118. Doi. 10.1016/j.wasman.2009.09.010.
- Muñoz, R. E. & Madrián-Molina, R. (2005). Efecto de lixiviados del raquis de plátano sobre la actividad y biomasa microbiana en floración y cosecha del tomate. *Acta Agronómica* 54(1): 19-24. Doi. 10.15446/acag.

- Noa-Carrazana, J.C. & Flores-Estévez, N. (2008). Los plátanos en el ecosistema de montaña y su relación con el virus del rayado del plátano (BSV). En: Sánchez-Velázquez, L.R., Díaz-Fleischer, F., Galindo-González, J. (eds.), *Ecología, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Montañas en México*. Ediciones CONABIO, Editorial MUNDI PRENSA, DF, México. pp. 379-393.
- Oracz, K., Voegelé, A., Tarkowská, D., Jacquemoud, D., Turecková, V., Urbanová, T., Strnad, M., Sliwinska, E. & Leubner-Metzger, G. (2012). Myriganone A inhibits *Lepidium sativum* seed germination by interference with gibberellin metabolism and apoplastic superoxide production required for embryo extension growth and endosperm rupture. *Plant & cell Physiology*. 53:81-95. Doi. 10.1093/pcp/pcr124.
- Popa, R. & Green, T.R. (2012). Using black soldier fly larvae for processing organic leachates. *J. Economic Entomology*. 105(2):374-8.
- Russo, R. 1995. Efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de banano (*Musa AAA* subgrupo "Cavendish" clon Gran Enano). *Agronomía Mesoamericana*. 6:130-133.
- SAGARPA (2017). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca, Desarrollo Rural y Alimentación. <https://www.gob.mx/sagarpa/prensa/produccion-de-platano-hecho-en-mexico-aumenta-siete-por-ciento> (consulta Junio 2017).
- Salazar-Sosa, E., Trejo-Escareño, H.I., López-Martínez, J.D., Vázquez-Vázquez, C., Serrato-Corona, J.S., Orona-Castillo, I. & Flores-Márquez, J.P. (2010). Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*. 28:381-390.
- Smesrud, J., Duvendack, G., Obereiner, J., Jordahl, J. & M. Madison. (2012). Practical salinity management for leachate irrigation to poplar trees. *International Journal of Phytoremediation*. 14(S1):26-46. Doi. 10.1080/15226514.2011.607868.
- Staley, B.F., de los Reyes, F.L. & Barlaz, M.A. (2012). Comparison of bacteria and archaea communities in municipal solid waste, individual refuse components, and leachate. *FEMS Microbiol. Ecol.* 79(2):465-473. Doi. 10.1111/j.1574-6941.2011.01239.x.
- Susan-Tepetlan, P.V., Noa-Carrazana, J.C., Flores-Estévez, N., Córdova Nieto, C. (2016). Una Amenaza Dormida: El Virus del Rayado del Plátano. *Rev. Temas de Ciencia y Tecnología*. 20(58): 3-7.
- Xu, D., Raza, W., Yu, G., Zhao, Q., Shen, Q. & Qiwei Huang, Q. (2012). Phytotoxicity analysis of extracts from compost and their ability to inhibit soil-borne pathogenic fungi and reduce root-knot nematodes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28 (3): 1193-1201. Doi. 10.1007/s11274-011-0922-0.
- Yang, G. R., Zhang, X. Q., Cai, D. S., Shi, X. H., Zhang, H. & Huang, C. B. (2012). Litter decomposition of dominant plantations in Guangxi and its effects on leachate quality. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 23(1), 9-16.
- Yang, S.H., Hong, S.H., Cho, S.B., Lim, J.S., Bae, S.E., Ahn, H.K. & Lee, E.Y. (2012). Characterization of microbial community in the leachate associated with the decomposition of entombed pigs. *J Microbiol Biotechnol*. 22:1330-5. Doi. 10.4014/jmb.1205.05006.

Este número ha recibido una ayuda del Vicerrectorado de Investigación y
Transferencia de Conocimiento de la Universidad de Alicante



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante