



SITUACIÓN ACTUAL DEL RECURSO SUELO

y la incorporación de abonos orgánicos como estrategia de conservación

ADRIANA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, DÁMARIS OJEDA BARRIOS,
CÉSAR VENCES CONTRERAS Y CARLOS CHÁVEZ GONZÁLEZ
Facultad de Ciencias Agrotecnológicas/Universidad Autónoma de Chihuahua

De acuerdo con estimaciones hechas por la FAO, debido a la desertificación, cada año dejan de ser productivas de seis a siete millones de hectáreas de suelo en el mundo, y a este ritmo, en menos de 200 años el hombre habrá agotado todos los suelos productivos del planeta. El deterioro de los suelos o desertificación es el problema ecológico contemporáneo de mayor importancia en los países en desarrollo. Este proceso ha sido definido como “la disminución o destrucción del potencial biológico de los recursos naturales ocasionado por el mal uso y manejo de los mismos, lo que trae como consecuencia procesos degenerativos del medio físico, económico y social de las poblaciones involucradas en su entorno” (Becerra, 1998).

Para Lichtinger *et al.* (2000) el suelo es uno de los recursos naturales más importantes para la nación, ya que de sus condiciones depende el buen estado de los hábitats naturales, las actividades agrícolas, ganaderas y forestales y hasta urbanas. El deterioro y escasa atención que este recurso presenta en materia de regulaciones de uso, manejo y conservación tiene actualmente importantes implicaciones sociales, económicas y

ecológicas adversas, difíciles de cuantificar y valorar cabalmente. México, en sus 196 millones de hectáreas, cuenta con riquezas naturales extraordinarias que presentan severos daños. Los suelos están degradados en un 64%, principalmente por erosión hídrica y eólica, pero sufren también pérdida de nutrientes, materia orgánica y organismos microscópicos del suelo, así como compactación, acidificación y otros procesos adversos al ser laboreados continuamente (figura 1; “Iniciativa de ley para la restauración y conservación de las tierras”, 2003; Sustaita *et al.*, 2000).



Naturaleza muerta.

La degradación del suelo y la consecuente reducción en la capacidad para proveer alimento a una población creciente, es un tema crítico cuando se considera la seguridad alimentaria del país (figura 1). La importancia que tiene la evaluación de la degradación del suelo radica en que algunos aspectos de esta son reversibles a largo plazo, como la declinación de materia orgánica o son irreversibles, como la erosión. Esencialmente, los responsables en la toma de decisiones de los sectores agropecuario y forestal y hasta ambiental, requieren balancear tres aspectos de la calidad del suelo: la fertilidad, la conservación de la calidad ambiental y la protección de la vida silvestre y la salud humana. Algunas prácticas de manejo y usos de los suelos para la agricultura pueden tener impactos negativos en la calidad del suelo, como la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados y la contaminación provocada por el uso de plaguicidas. En términos generales, las políticas aplicadas para la reducción del riesgo están dirigidas a mejorar las prácticas de manejo de plaguicidas y a reducir su uso (Lichtinger *et al.*, 2000).

El Programa de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva (Pasre) articula instrumentos de política ambiental, productiva y social. Se inició en 1999, vinculando diversos programas y proyectos de las instituciones participantes: Alianza para el Campo y el Procampo, el Pronare y el Programa Nacional de Prevención y Combate de Incendios Forestales, operados por la Semarnap y con los recursos del Programa de Empleo Temporal de las dos secretarías, más el de Sedesol.

Para lograr sus objetivos, el Pasre trabaja en la promoción de mejores prácticas agrícolas, que evitan la quema de esquilmos agrícolas en las diferentes regiones del país y promueve la labranza de conservación, aunada a la realización de obras de conservación de suelo y agua. A partir de 1997, fecha en que se inicia formalmente el proyecto, se han realizado acciones de conservación y restauración de suelos como una forma de revertir los procesos erosivos, al tiempo que se generan alternativas en los procesos productivos. Las acciones realizadas en las microcuencas incluyen, entre otros, la incorporación de abonos orgánicos como las compostas y las vermicompostas (Lichtinger *et al.*, 2000).

El compostaje es un proceso que permite la producción de un material de interés agrícola y de comercialización viable: la composta, producto que puede tener diversas aplicaciones de interés agrícola como

abono, enmienda, sustrato o para la posterior obtención de extractos con probable actividad fungicida (Avilés y Tello, 2001). Cuando en el proceso participan lombrices se le llama vermicomposteo (Santamaría *et al.*, 2001). Ferrera y Alarcón (2001) mencionaron que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos agrícolas y que en el caso de la vermicomposta, el material obtenido se considera enriquecido, tanto química como biológicamente, por la actividad de las lombrices y por la dinámica microbiana y bioquímica que se establece durante el proceso. En ambos casos se desarrollan eventos físicos, químicos y biológicos que provocan cambios en el material orgánico en cierto periodo de tiempo (Avilés y Tello, 2001).

El proceso de compostaje es un desarrollo microbiano cambiante producido por las actividades de una sucesión de varios grupos de microorganismos, cada uno apropiado a determinadas condiciones y durante un tiempo establecido, predominantemente aeróbico (Leconte *et al.*, 2000). Los lípidos y celulosa son descompuestos en menor tiempo por bacterias, hongos y actinomicetes mesófilos tolerantes a temperaturas medias. La proporción de esos microorganismos varía según el sustrato. Posteriormente, se da la descomposición de los materiales más recalcitrantes (hemicelulosa y lignina) por organismos termófilos (resistentes a altas temperaturas) como las levaduras y algunos actinomicetes, para pasar luego a la formación de sustancias húmicas, durante la fase de enfriamiento y maduración (Soto y Muñoz, 2002). En este proceso, el nitrógeno que no es asimilado se pierde en forma de amoníaco, lo que se da en materiales con baja relación carbono/nitrógeno (C/N) (Leconte *et al.*, 2000). La degradación de los sólidos orgánicos por medio de la respiración aeróbica reduce el volumen y la masa con una volatilización de dióxido de carbono (CO₂), eliminando los lugares de reproducción de insectos, plagas, y patógenos, con el consiguiente beneficio en la higiene pública (Leconte *et al.*, 2000). Santamaría *et al.* (2001) consideran que una composta adecuada para ser empleada como sustrato debe estar suficientemente “madura” y “estabilizada” (figura 1).

En el caso del lombricomposteo, la lombriz ingiere residuos orgánicos en descomposición, los mastica con su molleja y los pasa al tracto digestivo donde les adiciona Ca con sus glándulas especiales (Ramírez, 2002). Castillo *et al.* (2002) sostienen que este método es ideal para el tratamiento de los estiércoles animales, ya que acelera el proceso de obtención de abonos de calidad,

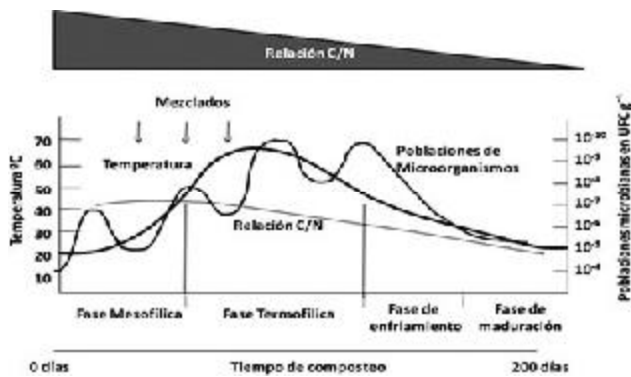


Figura 1. Comportamiento de la temperatura, relación C/N, y actividad microbiana en las fases del proceso de composteo a través del tiempo (adaptado de Soto y Muñoz, 2002).

evitando contaminación en el ambiente. Las características de las compostas y lombricompostas listas para su uso en agricultura se muestran en los cuadros 1 y 2 respectivamente.

La madurez de compostas y lombricompostas se refiere al grado de descomposición de sustancias orgánicas fitotóxicas y la estabilidad es relacionada a los niveles de actividad de la biomasa microbiana (Fuente *et al.*, 2006). El grado de madurez de la composta afecta a la utilidad de la misma. Una composta inmadura puede interferir con el crecimiento de las plantas inmovilizando el N cuando la relación C/N es alta, lo que causa competencia entre las raíces y los microorganismos edáficos por compuestos nitrogenados al originar deficiencias de oxígeno para el sistema radicular cuando la biología del suelo utiliza este elemento para metabolizar la materia orgánica inmadura (Labrador, 2001).

Dentro de los efectos positivos de las compostas y vermicompostas en el suelo se citan: incremento en la actividad de la fauna del suelo, reducción de microorganismos patógenos, efecto positivo en la densidad aparente, estabilización del pH, incremento de la capacidad de intercambio catiónico, disminución del lavado de nitratos, eliminación de patógenos y semillas de malezas por las altas temperaturas generadas por la actividad microbiana y degradación de residuos de plaguicidas. Además de estos efectos, el compostaje como proceso ofrece ventajas en términos operativos porque disminuye la cantidad de biomasa a aplicar debido a la pérdida de carbono y agua del material, durante el proceso de descomposición, lo cual representa un ahorro de dinero al productor (Soto y Muñoz, 2002). Para Santamaría *et al.* (2001) las características químicas y microbiológicas de las compostas y las vermicompostas son muy semejantes. Sin embargo, la respuesta de los cultivos a la aplicación de vermicomposta suele ser superior a la de la composta convencional.

Una característica relevante de los sustratos en los que se incorporan ciertas compostas es su capacidad supresora frente a las principales enfermedades fúngicas de origen edáfico de las plantas. La supresividad asociada a estos materiales es una propiedad específicamente interesante en el marco de la agricultura sostenible, ya que puede provocar un descenso en el número de tratamientos requeridos para el control de enfermedades e incluso eliminar la necesidad de la fumigación en ciertos agrosistemas, con las consiguientes ventajas económicas y medioambientales. La capacidad supresora de una composta frecuentemente está ligada a las características físicas, químicas y biológicas del medio y por algunas prácticas de manejo (Avilés y Tello, 2001). Estos mismos autores indican, además, que el procedimiento de compostaje utilizado, el contenido de humedad del material durante el mismo y las características del material de partida afectan a la riqueza y diversidad de los microorganismos mesófilos que recolonizan la pila de compostaje tras la fase termofílica y por lo tanto el grado y espectro de la supresividad

Cuadro 1. Características de una composta madura y lista para su utilización en agricultura.

Parámetro	Contenido	Fuente
pH	7.8	1
Materia orgánica (%)	25	2, 3
C orgánico (%)	30	3
N total (%)	1.2 -2.5	3
N total (%)	2.0	1
P total (mg kg ⁻¹)	13	1
K total (mg kg ⁻¹)	290	1
Ca (%)	3.8	1
Mn (mg kg ⁻¹)	400 - 600	1
Zn (mg kg ⁻¹)	3000 - 4000	3
Cu (mg kg ⁻¹)	1500 - 1750	3
Cu (mg kg ⁻¹)	450	2
Fe (mg kg ⁻¹)	2000 aprox	2
Na (%)	0.2 aprox	2
Relación C/N	13 - 15	3

Adaptado de: 1) Burés (1997); 2) Labrador (2001) y 3) Romero (2004).
 mg kg⁻¹ = miligramo sobre kilogramo.
 % = por ciento.
 Contenido expresado sobre materia seca.

Cuadro 2. Características de lombricompostas maduras y listas para su utilización en agricultura.

Parámetro	Contenido	Fuente
pH	7 – 7.8	2
pH	6.8 – 7.2	1
Materia orgánica (%)	20 – 40	2
C orgánico (%)	14 - 30	1
N total (%)	1.0 – 2.6	2
P total (%)	1.3 - 2.3	2
P total (%)	2.0 – 8.0	1
K total (%)	0.6 – 1.8	2
K total (%)	1.0 – 2.5	1
Ca (%)	2.0 - 4.0	2
Ca (%)	2.0 – 8.0	1
Mg (%)	1.0 – 2.5	1
Mn (mg kg ⁻¹)	400 – 600	2
Zn (mg kg ⁻¹)	100 – 400	2
Cu (mg kg ⁻¹)	20 -100	2
Fe (mg kg ⁻¹)	2000	2
Na (%)	0.2	2
Na (%)	0.02	1
Relación C/N	10 - 11	1

Adaptado de: 1) Barbado (2003) y 2) Ducasal (2002).
 mg kg⁻¹ = miligramo sobre kilogramo.
 % = por ciento.
 Contenido expresado sobre materia seca.

de la composta. Así, también la disponibilidad y dinámica de los nutrientes, la salinidad de la composta, características determinadas en parte por su grado de madurez, van a afectar a la supresividad del sustrato.

Soto y Muñoz (2002) indican que si la composta es utilizada como abono es importante considerar que la disponibilidad de nutrientes varía mucho dependiendo de la materia prima utilizada, el método de compostaje y el grado de madurez del producto final. La velocidad con que las compostas liberan los nutrientes es una medida indirecta de la disponibilidad de ellos, ya que estos pueden ser liberados, ya sea por volatilización y/o lixiviación; sin embargo, la determinación de la cantidad de nutrientes retenidos en la composta permite estimar su efecto residual. La cantidad de biomasa que pierden las compostas en el campo es un indicador de la velocidad de descomposición; pero el uso de compostas también puede tener desventajas, como el incremento en los contenidos de sales a niveles que pueden afectar el crecimiento de cultivos sensibles y fitotoxicidades, especialmente cuando se emplean re-

siduos con trazas de metales pesados o materiales no terminados (Soto y Muñoz, 2002).

Así, diversos investigadores han analizado el contenido nutricional y microbiológico de materiales que han sido sometidos a composteo o vermicomposteo con el fin de evaluar su calidad en la cual han considerando factores como tipo de sustrato (residuos orgánicos) y los que manipula el hombre (aireación, humedad, pH, temperatura y la especie de lombriz en el vermicomposteo).

Leconte *et al.* (2000) realizaron un seguimiento de indicadores de la evolución del proceso de composteo utilizando aserrín de pino, estiércol, fibrilla de algodón, perilla, aserrín de eucalipto y cascarilla de arroz. Dicho estudio consistió en la determinación de la presencia de azotobácteres, celulolíticos y nitrificadores en el material, midieron los volúmenes que alcanzaron los tratamientos y la capacidad potencial de degradar celulosa. También se evaluó la actividad respiratoria y amonificante por el CO₂ y amoníaco (NH₃) liberado. Dichos autores encontraron que la pérdida de NH₃ se dio en forma pareja en la mayoría de los tratamientos. Observaron marcada merma de volumen en los tratamientos con algodón, que acusan mayores diferencias con los otros tratamientos. Esta tendencia se observó también en la degradación total de los discos de celulosa y se distinguió que el proceso se produjo con mayor rapidez en los que tenían agregado de estiércol. Aparentemente, la composta de mayor evolución sería la producida con residuos del desmontado del algodón coincidente con presencia de fijadores libres de nitrógeno (azotobácteres) y más rápida degradación de celulosa.

Además, al realizar un estudio sobre la merma del volumen de residuos agroindustriales y estiércol vacuno durante el proceso de compostaje, utilizando aserrín, estiércol y cascarilla de arroz encontraron que a medida que aumentó la proporción de estiércol en los tratamientos, la merma en el volumen fue mayor. La merma en los tratamientos con cascarilla de arroz fue mayor que la merma en los tratamientos con aserrín.

Santamaría *et al.* (2001) con el fin de evaluar la calidad y las diferencias entre las compostas y las vermicompostas analizaron la dinámica del C-orgánico, del N-total y sus relaciones con los microorganismos durante el composteo y lombricomposteo de residuos de podas de jardín mezclados con estiércol de conejo. Encontraron que el pH (8.5) y la conductividad eléctrica (8 dS m⁻¹) que alcanzó el sustrato durante su transformación causaron daños a lombrices y microorga-

nismos. El aumento de pH redujo la concentración de N-total, con lo cual la relación C/N se mantuvo sin cambio. Las pérdidas de N más notorias ocurrieron en la vermicomposta, en cuya producción se tuvo mayor relación entre el N-total y los fijadores de N_2 que en el de la composta. En la transformación de los residuos orgánicos se redujo el contenido de C-orgánico a 29% después de 16 semanas. La población total de bacterias disminuyó con el tiempo, relacionándose con la respiración microbiana. Sin embargo, en el cambio experimentado por las poblaciones de hongos no se observó un patrón, debido a su preferencia por ambientes ligeramente ácidos. Estos resultados muestran el efecto negativo de la alcalinidad y salinidad de las compostas en las poblaciones de lombrices y microorganismos.

Verón e Iglesias (2000) analizaron la actividad respiratoria y celulolítica en la producción de cuatro lombricompostos a partir de distintas proporciones de estiércol vacuno y residuos de carpidas.

Pudieron notar que el agregado de estiércol aceleró la velocidad de degradación de celulosa ya que las diferencias significativas se obtuvieron con las mayores proporciones de este. El aporte de estiércol no solo suministró el nitrógeno necesario para la degradación, sino que también fue una fuente de inóculo que sumó microorganismos que participaron en este proceso, incrementando la actividad metabólica general, que se puso en evidencia con el aumento de la tasa respiratoria de aquellas mezclas que tenían mayor proporción de estiércol.

Grenón *et al.* (2002), llevaron a cabo un estudio para evaluar químicamente el producto final de la actividad de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la transformación de compostas aeróbicas elaboradas con residuos hortícolas diversos provenientes del mercado local y estiércol equino en diversas proporciones. Este proceso tuvo una duración de tres meses, periodo en el cual las compostas estuvieron estabilizadas, y obtuvieron como resultado que las vermicompostas obtenidas superaron el testigo (suelo de monte) en parámetros como materia orgánica, N-total, relación C/N y K y algunos de ellos sobresalieron en Ca, Mg, Na y pH.



Naturaleza muerta con calabaza.

Leyva *et al.* (2005) realizaron un trabajo con el objetivo de determinar las principales características de los productos obtenidos mediante lombricomposteo a partir de distintas fuentes de residuos orgánicos para su descomposición, como estrategia de reciclaje de productos de desecho común. Utilizaron como sustratos estiércol, aserrín y residuos de jardín con los cuales se prepararon tres dietas para la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Las variables evaluadas fueron: pH, porcentaje de nitrógeno, concentración de materia orgánica, porcentaje de carbono y conductividad eléctrica. La técnica empleada permitió obtener productos similares en lo que respecta a los niveles de materia orgánica, carbono y humedad independientemente de la fuente empleada; sin embargo, la mezcla que incluía estiércol y aserrín mostró niveles bajos en nitrógeno y altos en pH.

Con la incorporación de vermicomposta se han disminuido algunas enfermedades inducidas por hongos fitopatógenos como *Phytophthora nicotianae* var. *Nicotianae* en col y *F. oxysporum* f. sp. *Licopersici* en tomate; *Plasmodiophora brassicae* en col y *F. oxysporum* en tomate (Zavaleta, 2002); *Sclerotinia sclerotiorum* y *S. cepivorum* en el suelo; *F. oxysporum* f. sp. *Tulipae* en bulbos de tulipán y *Phytophthora* en *Cupressus* y geranio. En gerbera la incorporación de vermicomposta en dosis de 20% tanto en ausencia como en presencia de fertilizante químico resultó en una menor incidencia de plantas enfermas, menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad y menor tasa de incremento de la pudrición de la raíz y corona ocasionada por el complejo *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora drechsleri* y *F. oxysporum* (Zavaleta, 2002).

En el aspecto nutricional, Soto y Muñoz (2002) mencionan que las compostas cumplen una función vital en las fincas durante el proceso de transición de producción convencional a orgánica, no tanto como fuente de nutrientes, sino para mejorar la capacidad del suelo para el manejo de nutrien-

tes y agua. La tasa de liberación de nutrientes de una composta es lenta y en el mejor de los casos (p. ej., composta de lodos urbanos) se llega a liberar un 50% de su contenido de nitrógeno, pero estos porcentajes disminuyen cuando las materias primas son residuos vegetales (20-25%). En gerbera, la longitud de las plantas, su contenido de clorofila, el número, longitud y grosor de los pedúnculos florales y el número y diámetro de las inflorescencias fueron significativamente más altos con la incorporación de 20% de vermicomposta con y sin fertilizante químico, en comparación con todos los tratamientos sin vermicomposta. En las plantas de los tratamientos donde se aplicó vermicomposta al 20% ya sea sola o con fertilizante inorgánico el contenido de macro y micronutrientes se mantuvo en niveles óptimos, exceptuando al K y Mn. En contraste, en las plantas de los tratamientos sin vermicomposta, se obtuvieron valores más bajos de todos los macro y micronutrientes con excepción del K y Cu. La vermicomposta se considera como el mejor abono orgánico que existe. Ha sido experimentada con éxito como biofertilizante en diferentes cultivos ornamentales como el geranio, rosa, nochebuena, liliun y crisantemo (Zavaleta, 2002).

Encontramos en el uso de compostas y vermicompostas una interesante y viable actividad que nos permite el cuidado del suelo y su conservación apoyando nuestro principal interés, la producción de frutas y hortalizas de excelente calidad.

Literatura citada

- AVILÉS, G.M. y M.J. TELLO: "El comportamiento de los residuos orgánicos, su relación con las enfermedades de las plantas. Capítulo 8, Agroecología y desarrollo", España, Universidad de Extremadura, Ediciones Mundi Prensa. pp., 2001, 185-214.
- BECCERRA, M.A.: "Conservación del suelo y desarrollo sustentable, ¿utopía o posibilidad en México?", Departamento de Suelos/ Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, abril de 1998, pp. 1-7.
- BARBADO, J.L.: *Cría de lombrices*, Buenos Aires, Argentina, Albatros, 2003, pp. 17-72.
- BURÉS, S.: *Sustratos*, Madrid, Ediciones Agrotécnicas, 1997, p. 237.
- CASTILLO, A.E.; S.H. QUARÍN y M.C. IGLESIAS: "Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados, *Agricultura Técnica*, Instituto de Investigación Agropecuaria (Inia), vol. 60, n. 1 (2002), pp. 74-79.
- DUCASAL, R.R.: *Biofertilizantes*, Sinaloa, Ganadería Integral Vizur-Fundación Produce, 2002, p. 1.
- FERRERA, C.D. y A. ALARCÓN: "La agricultura del suelo en la agricultura sostenible", *Ciencia Ergo Sum*, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México, vol. 8, n. 2 (julio de 2001), pp. 175-183.
- FUENTE, B.; N. BOLAN; R. NAIDU y M. MORA: "Phosphorus in Organic Waste-soil Systems, *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, vol. 6, n. 2 (2006), pp. 64-83.
- GREÑÓN, C.G.N.; C.R. SERRANO y M.L. SOLÍS: "Evaluación química del producto final de lombricomposteo de residuos hortícolas y estiércol por *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana)", *Memorias del II Simposium Internacional y Reunión Nacional*, Facultad de Ciencias Agrícolas/UAEM, junio de 2002, pp. 106-107.
- COMISIÓN DE DESARROLLO RURAL, COMISIÓN DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES: "Iniciativa de ley para la restauración y conservación de las tierras", Cámara de Diputados. LIX Legislatura, 23 de octubre de 2003.
- LABRADOR, M.J.: "Aproximación a la gestión agroecológica de la fertilidad del suelo. Agroecología y desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos", Madrid. Ediciones Mundi-Prensa, 2001, pp. 135-136.
- LECONTE, M.C.; S. VÁZQUEZ y M.C. IGLESIAS: *Actividad biológica en el compostaje de desechos orgánicos agroindustriales zonales. Microbiología agrícola*, Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias, 2000, p. 11.
- LEYVA, S.J.; R.A. HERNÁNDEZ; L.R. PÉREZ y M. BASURTO: "El lombricomposteo en la calidad de abonos orgánicos a partir de diferentes desechos bajo las condiciones ambientales de Chihuahua" (XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas), Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas/Universidad Autónoma de Chihuahua, 30 de septiembre de 2005, p. 67.
- LICHTINGER, V.; F. SZÉKELY; F. FERNÁNDEZ y A.R. RÍOS: *Indicadores para la evaluación del desempeño. Reporte ambiental 2000*, INEGI, 2000, pp. 55-71.
- RAMÍREZ, S.L.F.: "Efecto de las lombrices en la calidad de los abonos orgánicos", en: *Memorias del II Simposium Internacional y Reunión Nacional*, Facultad de Ciencias Agrícolas/UAEM, junio, 2002, pp. 65-66.
- ROMERO, L.M.R.: "Agricultura orgánica. Elaboración y aplicación de abonos orgánicos", en: *Memorias III. Curso Teórico-práctico. Lombricultura técnica mexicana*, Guadalajara, Jal., SOMELAO, 2004.
- SANTAMARÍA-ROMERO S.; C.R. FERRERA; S.J. ALMARAZ; S.A. GALVIS y B.I. BAROIS: "Dinámica y relaciones de microorganismos, C- Orgánico y N-Total durante el composteo y vermicomposteo", *Agrociencia*, Montecillo, Estado de México, Colegio de Postgraduados, vol. 35, n. 4 (julio-agosto de 2001), pp. 377-384.
- SOTO, G. y C. MUÑOZ: "Consideraciones teóricas y prácticas sobre el composteo y su empleo en la agricultura. Manejo integrado de plagas y Agroecología", Costa Rica, Sección Agricultura Orgánica. Agricultura Ecológica/CATIE, n. 65, Costa Rica 2002, pp. 123-125.
- SUSTAITA, R.F.; Ch.V. ORDAZ y S.C. ORTIZ DE LEÓN: "Cambios en las propiedades físicas de dos suelos de una región semiárida debido al uso agrícola", *Agrociencia*, México, DF, vol. 34, n. 4 (julio-agosto de 2000).
- VERÓN, R.G. y M.C. IGLESIAS: "Medición de la actividad biológica en lombricomposteo formado a partir de residuos de carpidas y estiércol vacuno" (cátedra de microbiología agrícola), Facultad de Ciencias Agrarias/UNNE, 2000.
- ZAVALETA, M.E.: "Abonos orgánicos para el manejo de fitopatógenos con origen en el suelo" en: *Memorias del II Simposium Internacional y Reunión Nacional*, Facultad de Ciencias Agrícolas/UAEM, junio de 2002, pp. 38-45. 