



LOMBRICULTURA Y ABONOS ORGÁNICOS

Simposium Internacional y
Primera Reunión Nacional

18 al 20 de Octubre de 1999



Universidad Autónoma Chapingo
Colegio de Postgraduados

EDICIÓN REVISADA Y PREPARADA POR

Comité editorial:

Claudia Martínez Cerdas
Ma. Del Rocio Romero Lima
Langen Corlay Chee
Antonio Trinidad Santos
Luis Felipe Ramírez Santoyo

Captura y diseño:
Fernando Ramírez Corlay

Hecho en México
Printed in Mexico

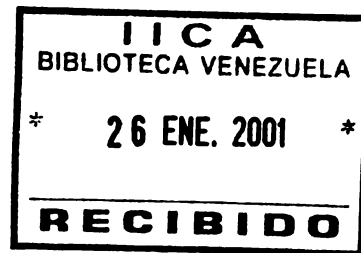
Derechos reservados
Copyright © 1999 por

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Subsecretaría de Desarrollo Rural, Unidad de Identificación y Promoción de Mercados.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo de la Coordinación General de Extensionismo y Desarrollo Tecnológico (PEAT), SAGAR y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.

El contenido de los resúmenes es responsabilidad absoluta de los autores. Se autoriza la reproducción parcial o total del contenido de ésta publicación, citándola como fuente de información.

Martínez, C., R, Romero, L. Corlay, A. Trinidad y L.F. Santoyo (Eds). 1999. I Simposium Internacional y Reunión Nacional. Lombricultura y Abonos Orgánicos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Subsecretaría de Desarrollo Rural, Unidad de Identificación y Promoción de Mercados, UIPM. Montecillo y Chapingo. México



DIRECTORIO SAGAR

Ing. Romárico Arroyo Marroquín
Secretario de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural

Ing. José Antonio Mendoza Zazueta
Subsecretario de Desarrollo Rural, SAGAR

Mvz. Jorge Pino Hermosillo
Coordinador General de Extensionismo
y Desarrollo Tecnológico

Lic. Leonel Ramírez Farías
Coordinador General
Unidad de Identificación y Promoción de Mercados

Lic. José de Jesús Romo Santos
Director General de Desarrollo Rural

Lic. Eduardo Pérez Haro
Director General de Programas Regionales

COMITÉ ORGANIZADOR

GENERAL

CLAUDIA MARTÍNEZ CERDAS

LEONEL RAMÍREZ FARIAS

TÉCNICO Y CIENTÍFICO

MA. DEL ROCÍO ROMERO LIMA

LANGEN CORLAY CHEE

ANTONIO TRINIDAD SANTOS

LUIS FELIPE RAMÍREZ SANTOYO

RAÚL CUEVAS GONZÁLEZ

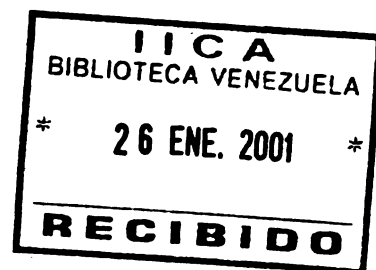
EDNA ALVAREZ SÁNCHEZ

JESÚS DAVID GÓMEZ DÍAZ

VÍCTOR MANUEL ORDAZ CHAPARRO

Simposio Internacional y Reunión Nacional
Lombricultura y Abonos Orgánicos

PROGRAMA GENERAL



LUNES 18 DE OCTUBRE DE 1999

Auditorio Emiliano Zapata, Universidad Autónoma Chapingo

08:00-09:30 INSCRIPCIONES

09:30-10:00 INAUGURACIÓN

Ing. José Antonio Mendoza
Zazueta
Subsecretario de Desarrollo
Rural, SAGAR

10:00-10:15 RECESO

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Moderador: Víctor M. Ordaz Chaparro

Relator: Anabelle Utrera López

10:15-11:15 EL PAPEL DE LOS ABONOS ORGÁNICOS
EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS

Dr. Antonio Trinidad Santos
IRENAT, Colegio de
Postgraduados
Montecillo, México

11:15-12:15 INTERACCIONES MICROORGANISMO-
SUELO-PLANTA Y SU MANEJO EN UN
CONTEXTO DE SOSTENIBILIDAD

Dr. Miguel Barea Navarro
Estación Experimental del Zaidín
Granada, España

12:15-13:15 LAS LOMBRICES COMO RECURSO EN
LOS AGROECOSISTEMAS TROPICALES

Dra. Isabelle Barois Boullard
Instituto de Ecología, A.C.
Jalapa, Ver. México

13:15-14:00 TRASLADO AL COLEGIO DE POSTGRADUADOS

14:00-14:30 INAUGURACIÓN DE CARTELES
Y STANDS

Dr. Benjamín Figueroa Sandoval
Director General, Colegio de
Postgraduados

14:30-16:00 COMIDA

MESA DE TRABAJO 1

Unidad de Congresos, Colegio de Postgraduados

Moderador: América Loza Llamas

Relator: Salustio Santamaría Romero

16:00-16:20 FERTILIZACIÓN ORGANO-MINERAL EN EL
CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL
ESTADO DE MÉXICO

José Luis García Ayala¹, José
Luis Valdés Martínez¹ y Heidi
Rojo Guadarrama²
¹Lombricultura Mexicana
²PEAT, SAGAR

Simposio Internacional y Reunión Nacional

- | | | |
|-------------|--|---|
| 16:20-16:40 | EFEECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VERMICOMPOSTA EN LA FERTILIDAD DE UN SUELO CULTIVADO CON MAÍZ | Noé Méndez Avila, Raul Cuevas González y Jose Ernesto Sánchez Vazquez
ECOSUR-Tapachula, Chis.
Ma. del Rocio Romero Lima
Programa Agricultura Orgánica
Universidad Autónoma
Chapingo,
Chapingo, Méx. |
| 16:40-17:00 | ABONOS ORGÁNICOS SOLOS Y COMBINADOS SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAÍZ | |
| 17:00-17:10 | RECESO | |
| 17:10-17:30 | LOMBRIZ ROJA CALPEÑA: VISCISITUDES DE UNA EXPERIENCIA CON UN RECURSO NATURAL EN EL ESTADO DE PUEBLA | David Alejandro Ortiz ¹ y Gloria Martínez Victorino ²
¹ DGETA, Cholula, Pue.
² Programa Mujeres en el Desarrollo Rural, SAGAR-Puebla |
| 17:30-17:50 | EFEECTO DE DESECHOS ORGÁNICOS DEL ESTADO DE TABASCO EN EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE <i>Eisenia foetida</i> Sav. | Leonardo Durán Olguín y Esteban Escamilla Prado
CRUCO, Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Ver. |
| 17:50-18:10 | UTILIZACIÓN DE DESECHOS DE PLÁTANO PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOSTA | José Francisco Camacho López, José Ernesto Sánchez Vázquez
CONALEP - ECOSUR
Tapachula, Chis. |
| 18:10-18:30 | CRECIMIENTO EN BIOMASA DE <i>Eisenia andrei</i> EN COMBINACIÓN DE PULPA Y ASIEN TO DE CAFÉ | Daniel Romero Parissi
Lombricultura de Córdoba
Córdoba, Ver. |
| 18:30-19:00 | BRINDIS DE BIENVENIDA | |

MARTES 19 DE OCTUBRE DE 1999

Unidad de Congresos, Colegio de Postgraduados

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Moderador: Pablo Torres Lima

Relator: Eduardo Aranda Delgado

- | | | |
|-------------|--|--|
| 09:00-10:00 | VISION DEL PROYECTO DE MOKISHI OKADA "AGRICULTURA NATURAL" | Ing. Morihira Hiraizumi
Panamericana MOA
Foundation
Japón |
| 10:00-11:00 | SITUACIÓN ACTUAL DE LA LOMBRICULTURA EN MÉXICO | Ing. Claudia Martínez Cerdas
Lombricultura Técnica
Mexicana
Texcoco, México |

11:00-11:15	RECESO	
11:15-12:15	POTENCIALIDAD DE LAS MICORRIZAS COMO BIOFERTILIZANTES Y BIOPROTECTORES EN ECO- Y AGROSISTEMAS DEGRADADOS	Dr. Miguel Barea Navarro Estación Experimental del Zaidín Granada, España
12:15-13:15	ANÁLISIS PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN EL PROCESO Y EL PRODUCTO DE LOS MATERIALES ORGÁNICOS DEGRADADOS	Dr. Jorge D. Etchevers B. IRENAT, Colegio de Postgraduados Montecilo, México
13:15-13:30	RECESO	
13:30-14:30	BIOFERTILIZACIÓN CON ALGAS MARINAS (ALGAS-ENZIMAS)	Ing. Benito Canales López Palau Bióquim, S.A. de C.V. Saltillo, Coah.
14:30-15:30	COMIDA	
15:30-16:30	PRESENTACIÓN DE CARTELES	
	MESA DE TRABAJO 2 Moderador: Jesús Arango Delgado Relator: Juan Carlos Guzmán Salas	
16:30-16:50	LOMBRICOMPOSTAJE DE LA PULPA DE CAFÉ EN MÉXICO	Eduardo Aranda D. e Isabelle Barois Instituto de Ecología, Xalapa, Ver.
16:50-17:10	SITUACIÓN ACTUAL DE LA LOMBRICULTURA EN CHIAPAS	Raúl Cuevas González, José Ernesto Sánchez V. y Noé Méndez Avila ECOSUR-Tapachula, Chis.
17:10-17:30	ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA LOMBRIZ DE TIERRA EN EL PROGRAMA DE AGRICULTURA ORGÁNICA DE LA UACH	Rafael García Pérez Programa Agricultura Orgánica, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.
17:30-17:40	RECESO	
17:40-18:00	BALANCE Y FLUJO DE NUTRIMENTOS DURANTE EL PROCESO DE LOMBRICOMPOSTAJE DE LA PULPA DE CAFÉ	Soraida Irissón-Náme, Isabelle Barois y Eduardo Aranda D. Instituto de Ecología, Xalapa, Ver.
18:00-18:20	ESTUDIO DE ALGUNOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CUATRO VERMICOMPOSTAS EN UN PERIODO DE SEIS MESES	Alvaro O. Gutiérrez Baeza INIFAP, CIR-SURESTE Chetumal, Q.Roo

- 18:20-18:40 APLICACIÓN DE VERMIABONO E INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS (V-A) SOBRE EL DESARROLLO DE PLANTAS DE NOCHE BUENA (*Euphorbia pulchorima*) Eduardo López Alcocer, Canales S.R., Loza L.A. y Contreras R. S. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal.
- 18:40-19:00 MANEJO INTEGRAL DE FLORES EN EL ORIENTE DEL VALLE DE MÉXICO: I. EVALUACIÓN DE PLAGAS Ma. Carmen Sánchez Galvez¹, O. Espinoza C¹, E. Alvarez S.¹, J. D. Etchevers B.², A. Sanchez S.¹, L. Corlay Ch.¹ y E. Robledo S¹.
¹Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.
²Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.

MIÉRCOLES 20 DE OCTUBRE DE 1999

Auditorio Emiliano Zapata, Universidad Autónoma Chapingo

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Moderador: Edna Alvarez Sánchez

Relator: Roberto Quintero Lizaola

- 09:00-10:00 EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA E ÍNDICE DE MEDICIÓN M.C. Francisco Martínez Rodríguez Instituto de Suelos La Habana, Cuba
- 10:00-11:00 CAMBIOS EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS SUSTANCIAS HÚMICAS EN LA ACTIVIDAD DE LAS LOMBRICES Dra. Norma E. García Calderón Facultad de Ciencias, UNAM D.F., México
- 11:00-11:15 RECESO
- 11:15-12:15 CERTIFICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN MÉXICO Ing. Homero Blas Bustamante OCIA Internacional Oaxaca, México
- 12:15-13:15 NORMATIVIDAD Y CERTIFICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN AMÉRICA LATINA M.C. Gabriela Soto Muñoz Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica
- 13:15-14:15 PERSPECTIVAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS NO TRADICIONALES Lic. Leonel Ramírez Farías Unidad de Identificación y Promoción de Mercados, SAGAR D.F., México

14:15-15:45	COMIDA	
	MESA DE TRABAJO 3 Moderador: Verónica Nava Rodríguez Relator: Rubén Zepeda Pifia	
16:00-16:20	COMPOSTAJE DE LODOS RESIDUALES GENERADOS EN LA PLANTA MOSCAFRUT PARA SU MANEJO EN INVERNADERO	Moisés García Hernández, Juan Martín Martínez Pérez y Vicente López Rueda MOSCAFRUT - CIICA Metapa de Domínguez, Chis.
16:20-16:40	LOMBRICOMPOSTA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CHILE CRIOLLO MIRADOR (<i>Capsicum annum</i> L.)	Silverio Osorio Tomás, Isabelle Barois B., Eduardo Aranda Delgado, Gorge Brown y José Antonio Pérez García Instituto de Ecología y Universidad Complutense, Madrid, España
16:40-17:00	EXPERIENCIAS EN AGRICULTURA ORGÁNICA BIOINTENSIVA SUSTENTABLE	Moisés Cuevas Vázquez, Andrea Crisóstomo Marañón y Javier Zaragoza Ortega. Programa de Agricultura Orgánica, Universidad Autónoma Chapingo, y AALTERMEX, A.C.
17:00-17:20	PROYECTO PRODUCTIVO "LOMBRICOMPOSTAJE CON PULPA DE CAFÉ" EN HUEYTAMALCO, PUE.	Teófilo E. Salazar Chimal Escuela de Ingeniería Agrohídrica, BUAP.
17:20-17:40	CALIDAD QUÍMICA, BIOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LA VERMICOMPOSTA DE PULPA DE CAFÉ	Soraida Irissón-Náme, Isabelle Barois y Eduardo Aranda D. Instituto de Ecología, Xalapa, Ver.
17:40-18:00	LOMBRICULTURA Y PRODUCCIÓN DE AVES DE TRASPATIO EN LA REGIÓN CENTRAL DE PUEBLA, MÉXICO	Rodrigo Palma Guarneros ¹ y Samuel Vargas López ² ¹ Universidad Autónoma de Puebla y ² Colegio de Postgraduados, Campus Puebla
18:00-	CLAUSURA Y ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS	

CARTELES

Moderador: Israel Gómez Juárez

- C1 INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE EL USO DE LOMBRICOMPOSTAS EN EL ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS
Verónica Nava Rodríguez
- C2 EFECTO DE *Arachis pintoii* EN EL RENDIMIENTO DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)
R. Anabey Mayorga Chávez, Langen Corlay Chee, Victor M. Ordaz Chaparro y Juventino Cuevas Ojeda
- C3 ADECUACION Y VALIDACION DEL ABONO ORGÁNICO FERMENTADO "BOCASHI" PARA EL ALTIPLANO DE MÉXICO
Jesús Valero Garza
- C4 CRECIMIENTO Y ALIMENTACIÓN DE INSECTOS CON LOMBRICOMPOSTA DE PULPA DE CAFÉ (LC) Y SU TRANSFORMACIÓN QUÍMICA
Ariadna Martínez-Virués, Isabelle Barois, Eduardo Aranda-Delgado, Soraida Irissón-Name y Roberto Arce-Pérez
- C5 EFECTO DEL PELO HIDROLIZADO DE CERDO COMO COMPLEMENTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CAÑA DE AZÚCAR
Edna Alvarez Sánchez, Norberto Sánchez González y Rubén Zepeda Piña
- C6 GALLINAZA, VERMICOMPOSTA Y COMPOSTA CON BALANCE MINERAL EN PRODUCCIÓN Y SANIDAD DE PAPA
Ma. Rocío Romero Lima, Antonio Trinidad Santos, Roberto García Espinosa y Ronald Ferrera-Cerrato
- C7 PRODUCCIÓN DE COMPOSTAS CON ESTIÉRCOL BOVINO
Edmundo Robledo Santoyo, Langen Corlay Chee, Edna Alvarez Sánchez y Norma E. García Calderón
- C8 CONTENIDO MINERAL DE SUBSTRATOS UTILIZADOS PARA LA PREPARACIÓN DE COMPOSTAS Y VERMICOMPOSTAS
Alvaro O.Gutiérrez Baeza
- C9 CALIDAD DE LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA DESARROLLADA EN PULPA DE CAFÉ
Soraida Irissón-Name, Isabelle Barois y Eduardo Aranda Delgado

Simposio Intenacional y Reunión Nacional

- C10 COMPORTAMIENTO DE LA LOMBRIZ ROJA DE CALIFORNIA (*Eisenia fetida*) EN CUATRO FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA
Tito Díaz González, Luis Arturo Solís Gordillo y Gabriela López Velazco
- C11 LOMBRICOMPOSTAJE COMPARATIVO DE LAS ESPECIES *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* Y *Perionyx excavatus* EN PULPA DE CAFÉ
Teófilo Salazar Chimal, Eduardo Aranda Delgado e Isabelle Barois Boullard
- C12 TECNOLOGIA PARA EL COMPOSTEO DE LOS DESPERDICIOS ORGANICOS DOMESTICOS, PRUEBAS ALTERNATIVAS.
Anibal Quispe Limaylla
- C13 DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA LOMBRICULTURA EN MEXICO
Eduardo Aranda D. e Isabelle Barois B.
- C14 VALIDACION DE CONTENEDORES PARA EL MANEJO DE DESECHOS ORGANICOS CON LOMBRICES A NIVEL FAMILIAR.
Claudia Martínez Cerdas y Pedro López López
- C15 LA LOMBRICULTURA: PUNTO DE PARTIDA EN LA ACTIVIDAD INTEGRAL DE TRASPATIO.
Claudia Martínez Cerdas, Jesús Licon Islas y Pedro López López
- C16 COMPORTAMIENTO DE *Eisenia andrei* EN LA TRANSFORMACIÓN DE SUSTRATOS DE INTERÉS EN VERACRUZ
Claudia Martínez Cerdas y Juan Pérez P.

CONFERENCIAS MAGISTRALES

EL PAPEL DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS

Antonio Trinidad Santos¹

Introducción

El uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener mayores rendimientos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad (Tisdale, Nelson y Beaton, 1985; Trinidad Santos, 1987). Entre los abonos orgánicos se incluyen los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de las cosechas y residuos orgánicos industriales. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química, principalmente en el contenido de nutrimentos; pero la aplicación constante de ellos con el tiempo, mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo y sanidad de los cultivos (Castellanos y Reyes, 1982; Trinidad-Santos, 1987; Cruz-Medrano, 1986; Romero-Lima, 1997).

Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única forma de abastecer nutrimentos a las plantas y reponer aquellos extraídos del suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos (Avnimelech, 1986). El uso de fertilizantes químicos, en este siglo por concluir, favoreció los incrementos necesarios en el rendimiento de las cosechas, que permitió aminorar la demanda de los alimentos necesarios a una población mundial creciente (6.2 miles de millones en el año 2000) (AGIES, 1996) que sin su uso, posiblemente la humanidad tuviera más problemas de los actuales por falta de alimentos (Trinidad Santos, 1987). Sin embargo este cambio del uso de abonos orgánicos por solo abonos químicos en la fertilización de cultivos, está propiciando que el suelo sufra de un agotamiento acelerado de materia orgánica y de un desbalance nutrimental, que al transcurrir el tiempo pierde su fertilidad, capacidad, productiva y valor económico. Además el uso inadecuado de fertilizantes químicos o el abuso de ellos, sin tomar en cuenta la falta de otros nutrimentos que limitan la productividad de los cultivos, conduce a problemas del medio ecológico, en la alteración de otros recursos naturales (Kross *et al.*, 1995). Sin embargo Guerrero (1987) encontró que los mayores rendimientos de maíz se obtienen con la aplicación combinada de abonos orgánicos con los químicos.

Desde el punto de vista agronómico, el suelo se conceptualiza como un almacén de nutrimentos, agua, aire y sostén físico de las plantas que lo da el componente mineral y orgánico del suelo. El suelo abastece de nutrimentos a los cultivos en cantidades necesarias para su óptimo desarrollo y rendimiento. Pero la disponibilidad de nutrimentos, agua y aire obedece a muchos otros factores propios del suelo y del medio donde se encuentra este recurso. Uno de estos

¹ Especialidad de Edafología, IRENAT, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.

factores es el componente orgánico del suelo. El componente orgánico (organismos vivos más organismos muertos) le da vida al suelo; es el que lo convierte de un suelo inerte a un suelo con características de una entidad viviente. Un suelo rico en materia orgánica y organismos vivientes es un buen indicador de la alta fertilidad y disponibilidad de nutrimentos. Los organismos vivientes desempeñan un papel muy importante en el suelo. Ellos descomponen los residuos orgánicos frescos hasta la humificación y liberan agua y elementos minerales durante su descomposición, mineralizan el humus, transforman los elementos esenciales de formas no aprovechables a formas aprovechables al intervenir en los procesos como la fijación biológica del nitrógeno atmosférico y la oxidación y reducción de los nutrimentos. Los organismos vivientes utilizan como energía el carbono orgánico fijado que se encuentra en el suelo, de tal manera que existe una relación estrecha entre el contenido de materia orgánica (carbón fijado), la población de organismos del suelo y la disponibilidad de nutrimentos o fertilidad del suelo (Henis, 1986).

La única forma de mantener o mejorar el contenido de materia orgánica del suelo y por consiguiente el carbono orgánico fijado es mediante el uso de abonos orgánicos, que mantiene el suelo fértil, con alta capacidad productiva y una alta redituabilidad de los recursos invertidos a través del espacio y tiempo en un sistema de producción agrícola. Esto indica que los abonos orgánicos siguen y seguirán siendo importantes para la sostenibilidad y el uso eficiente del recurso suelo y fertilizantes químicos, bajo las condiciones en que se practica la agricultura, todavía, hoy en día.

Los suelos agrícolas de México responderán a la aplicación de cualquier tipo de abono orgánico, así se ha observado en la producción de maíz en la mayoría de los suelos de temporal, los cuales normalmente son muy pobres en el contenido de materia orgánica (0.5-1%) por falta de incorporación al suelo de residuos orgánicos (Trinidad-Santos, 1987; Rosas y Trinidad, 1994). Estos suelos sujetos al monocultivo de maíz con aprovechamiento integral del cultivo (grano, olote y rastrojo), se han estado fertilizando con cantidades limitadas de fertilizantes químicos y las respuestas han sido notorias, pero no satisfactorias. En algunos ensayos se ha observado respuesta a la aplicación de micronutrimentos (Pérez-Ixchop, 1988). Guerrero (1987) reporta que en los Andisoles de Michoacán los más altos rendimientos de maíz (5.5 t ha^{-1}) se obtienen con la aplicación de porqueraza o gallinaza (3 t ha^{-1}) combinados con fertilizantes químicos para cubrir un total de 186 kg N ha^{-1} y $189 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. Romero-Lima (1997) en un estudio sobre la fertilización orgánica y química de papa en un Regosol eútrico con características ándicas obtuvo el mayor rendimiento de tubérculos con la aplicación de 6 t ha^{-1} de gallinaza para cubrir un total de $165\text{-}200\text{-}300 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, complementados con fertilizantes químicos. Estas altas respuestas de los cultivos a la aplicación de abonos orgánicos combinados con fertilizantes químicos, posiblemente se deban al aporte de otros nutrimentos que proporcionan los abonos orgánicos además de NPK, sin olvidar que otros efectos favorables de estos enmendantes están presentes y actúan en el incremento de rendimiento de los cultivos. Gupta *et al* (1994) reportan que la

aplicación de porqueraza líquida (*liquid pig manure*) corrige las deficiencias de Cu y Zn así como de otros nutrimentos en los suelos ligeramente ácidos (pH 5.7-6.2) de la parte Este de Canadá. Así lo observaron los autores en una serie de ensayos de campo al encontrar incrementos de rendimiento de cebada con aplicaciones de porqueraza líquida fresca, aunque las diferencias en la concentración de Ca y Zn tanto en el suelo como en el tejido del cultivo no fueron estadísticamente diferentes, posiblemente por efecto dilución al haber un mayor crecimiento y rendimiento de cultivo.

Los abonos orgánicos, por las propias características en su composición son formadores del humus y enriquecen al suelo con este componente, modifican algunas de las propiedades y características del suelo como el pH, cargas variables, capacidad de intercambio iónico, quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio, y desde luego la población microbiana, haciéndolo más propio para el buen desarrollo y rendimiento de las cosechas (Avnimelech, 1986; Broadbent, 1986; Aguilar-Manjarrez 1995; Rangel Olvera, 1997; Pool-Novelo, 1997). También los abonos orgánicos pueden abatir la acidez intercambiable (Al^{3+} y H^+) y Al y Fe extractables en los suelos ácidos que influyen en la retención de fosfatos y otros aniones, disminuyendo la disponibilidad de ellos (Broadbent, 1986; Pool-Novelo, 1997).

Por todos los efectos favorables que los abonos orgánicos proporcionan al suelo, se podría decir que éstos deben ser imprescindibles en el uso y manejo de este recurso para mejorar y mantener su componente orgánico, sus características de una entidad viviente, su fertilidad física, química y biológica y finalmente su productividad.

En esta presentación se concentrará sobre el efecto de los abonos orgánicos en la fertilidad física, química, biológica y la bondad de ellos en la supresividad de los patógenos del suelo y de las enfermedades radicales de los cultivos.

Abonos orgánicos sobre las características físicas

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo (Fertilidad física), mejorando su estructura, porosidad, aireación, retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados. Al aumentar la porosidad y aireación disminuye la densidad aparente (D_a) del suelo que es un parámetro indicador de la compactación cuando los valores de D_a se elevan. Avnimelech (1986) señala que de hecho la estructura del suelo es un indicador de la variación de otros parámetros como la infiltración, escurrimiento superficial, erosión, crecimiento de la raíz, porosidad y aireación, consumo de energía en la labranza, germinación de la semilla, disponibilidad de nutrimentos y otros; de manera tal que el efecto de los abonos orgánicos, es un efecto múltiple en las características del suelo para el buen crecimiento de las plantas.

Se ha observado que existe una correlación significativa entre el aumento del carbón orgánico del suelo inducido por la aplicación de abonos orgánicos y la disminución del valor de la densidad aparente (Khaleel *et al.*, 1981). Una baja densidad aparente está íntimamente relacionada con las lecturas bajas de un

“penetrómetro”. En una evaluación sobre la infiltración, en cm h^{-1} , y la velocidad de escurrimiento superficial en un surco de 152.5 m de largo, se observó que el tiempo de escurrimiento superficial fue de 210 min sin abono orgánico y 246 min con $66 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de aplicación consecutiva de estiércol vacuno durante tres años; es decir, cuando no se aplicó estiércol, una misma cantidad de agua tardó menos tiempo (210 min) en recorrer 152.5 m de distancia que cuando se aplicaron 66 t ha^{-1} de estiércol (246 min), señalando que con 0 t ha^{-1} , el agua desarrolló mayor velocidad porque hubo menor infiltración (8.6 cm h^{-1}) que con 66 t ha^{-1} , donde hubo mayor infiltración (9.6 h^{-1}) el cual redujo la velocidad de escurrimiento (Mathers *et al.*, 1977) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del estiércol sobre el escurrimiento e infiltración de agua en un surco de 152.5 m de largo

Evaluaciones	Estiércol (t ha^{-1})		
Escurrecimiento (min)	210	220	246
Infiltración (Cm h)	8.6	9.4	9.6

Fuente: Mathers *et al.*, 1977

La incorporación continua de abonos orgánicos conduce al mejoramiento de los suelos en sus características físicas. Así lo han demostrado varios estudios donde las parcelas experimentales han estado recibiendo abonos orgánicos a través de varios años. Uno de ellos es el experimento de Rothamsted en donde se tienen parcelas tratadas únicamente con fertilizante químico o con abonos orgánicos desde 1852. Las parcelas tratadas con fertilizantes químicos tienen una Da de 1.5 g/cc mientras que las parcelas fertilizadas con abonos orgánicos muestran una Da de 1.2 g/cc.

También se ha reportado que los abonos orgánicos evitan la compactación del subsuelo favoreciendo una mayor aireación, desarrollo radical, retención de agua y disponibilidad y absorción de nutrientes. En este caso particular se muestra que los coloides orgánicos son lixiviados y acumulados en el subsuelo o bien son emigrados hacia el subsuelo por efecto de bioturbación (Pettersson y Wistinghausen, 1979). Estos autores observaron que las parcelas que recibieron sólo fertilizante químico por un período de 20 años tenían un subsuelo compactado con una Da elevada, en comparación al subsuelo de las parcelas que recibieron abono orgánico.

Los datos de Lee (1972), Unger y Stewart (1974) y Mathers y Stewart (1980) muestran los cambios favorables que ocurren por aplicación de estiércoles y residuos de la cosecha, en porcentaje de saturación de agua, capacidad de campo, punto de marchitamiento permanente, densidad aparente, agregados hidroestables, infiltración de agua, conductividad hidráulica, conductividad eléctrica e incremento en porcentaje de materia orgánica del suelo (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Efecto de 4 años de aplicación continua de estiércol vacuno sobre algunas características físicas del suelo

Características	Estiércol (t ha ⁻¹)		
	0	67	134
Saturación de agua (%)	32.4	36.7	41.0
Capacidad de campo (%)	28.0	29.2	30.3
Punto de marchitamiento (%)	18.2	18.7	19.5
Densidad aparente (g/cc)	1.37	1.28	1.20
Agregados hidroestables (%)	13.5	15.70	20.90
Conductividad Hidráulica (Mm/seg)	1.00	—	2.00
C.E. (mmhos/cm a 25°C)	0.01	1.21	20.6
Materia Orgánica (%)	1.41	2.59	2.79

Fuente: Unger y Stewart, 1974; Mathers y Stewart, 1980

Cuadro 3. Efecto de incorporación de pajas y rastrojos durante 14 años consecutivos de una rotación de trigo-maíz-algodón sobre algunas características del suelo

Características	Residuos	
	Subtraídos	Incorporados
Humedad aprovechable (%)	22.12	24.10
Densidad aparente (g/cc)	1.32	1.27
Resistencia al penetrómetro (kg/cm ²)	3.15	2.20
Agregados hidroestables (%)	9.04	10.16
Infiltración acumulativa (cm/230 min)	5.55	9.27
Materia orgánica (%)	0.91	1.06

Fuente: Lee, 1972.

Se podría señalar que estos efectos benéficos de los abonos orgánicos en las características físicas del suelo, finalmente repercuten en un mejor desarrollo y rendimiento de las cosechas, y si estas buenas condiciones físicas permanecen constantes a través del tiempo y aprovechamiento del suelo, sin duda se ha logrado alcanzar, con la aplicación de abonos orgánicos, la sostenibilidad de este recurso.

Abonos orgánicos sobre las características químicas

Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son principalmente el contenido de materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, pH y la concentración de sales. Todas estas características son indicadoras de un cambio en la disponibilidad de nutrientes con excepción de la concentración de sales que podría ser detrimento en el desarrollo de la planta si el abono orgánico muestra una conductividad eléctrica elevada.

En el Cuadro 4 se observa el efecto de la aplicación de diferentes enmendantes orgánicos sobre el aumento en el contenido de materia orgánica y nitrógeno total en el suelo. Unger y Stewart (1974) después de aplicar 67 t de estiércol vacuno por hectárea por año, durante 4 años consecutivos encontraron incremento en el

contenido de materia orgánica de 1.41 a 2.59% y en nitrógeno total, de 0.07 a 0.13%; el mismo efecto se aprecia en el contenido de materia orgánica y nitrógeno total del suelo después de incorporar residuos de cosecha durante 14 años consecutivos en un suelo del Noroeste de México con rotación trigo-maíz-algodón (Lee, 1972). Shinde y Ghosh (1971) aplicaron 5.6 t de estiércol vacuno por hectárea por año, durante 10 años consecutivos y reportaron incrementos en el contenido de materia orgánica del suelo de 0.12 a 1.98% y un ligero aumento del nitrógeno total. La cobertura de Kudzú durante 3 años consecutivos en un cultivo de hule en El Palmar, Veracruz, influyó en un aumento considerable de materia orgánica de 1.79 a 4.08%, de nitrógeno total de 0.15 a 0.32%. En un suelo con características ándicas de Los Altos de Chiapas se logró mejorar el contenido de materia orgánica de 9.50 a 10.70% y de nitrógeno total de 0.38 a 0.41% al aplicar 10 t de gallinaza por hectárea por año, durante 4 años consecutivos.

Cuadro 4. Efecto de aplicaciones de estiércoles y residuos de cosecha sobre el contenido de materia orgánica y nitrógeno total en diferentes experimentos

Tratamiento	M.O. (%)	Nt %	Autor
Testigo	1.41	0.07	Unger y Stewart, 1974
67 T.E ha ⁻¹ año ⁻¹ (4 años)	2.59	0.13	Unger y Stewart, 1974
Testigo	0.91	0.03	Lee, 1972
Rastrojo y pajas (14 años)	1.06	0.06	Lee, 1972
Testigo	0.12	0.00	Shinde y Ghosh, 1971
5.6 t E ha ⁻¹ año ⁻¹ (10 años)	1.98	0.10	Shinde y Ghosh, 1971
Testigo	1.79	0.15	Vergara, 1964
Kudzú Cobertera (3 años)	4.08	0.32	Vergara, 1964
Testigo	9.50	0.38	Pool-Novelo, 1997
10 t G ha ⁻¹ año ⁻¹ (4 años)	10.70	0.41	Pool-Novelo, 1997

E = Estiércol bovino

G = Gallinaza

Otra de las características del suelo que cambia al aplicar abono orgánico, es la capacidad de intercambio de cationes (Cuadro 5), al adicionar el enmendante orgánico se ganan cargas negativas que favorecen un aumento en la absorción de cationes. Vergara (1964) reporta un aumento de CIC de 14.23 a 26.24 me/100 g de suelo al utilizar una cobertura de Kudzú durante 3 años consecutivos en el cultivo del árbol de hule. Pool-Novelo (1997) logró incrementar Ca + Mg + K intercambiables de 4.63 a 9.43 me/100 g de suelo al aplicar 10 t de gallinaza por hectárea por año, durante 4 años consecutivos. Aguilar-Manjarrez (1995) obtuvo valores de CIC con BaCl₂ TEA pH 8.2 de 33.12 me/100 g de suelo sin tratar con porqueraza y de 47.68 me/100 g de suelo al tratarlo con 4 t de porqueraza ha⁻¹ año⁻¹, durante un año. En este mismo trabajo se determinó la capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE) con KCl 1N al pH del suelo y también se logró observar un incremento de la CICE de 6.91 me/100 g de suelo con la aplicación de 4 t de porqueraza por hectárea por año durante 1 año. Esta misma tendencia se observó con la CICE al aplicar 5 t de gallinaza por hectárea en un ensayo de invernadero (Rangel-Olvera, 1997).

Cuadro 5. Efecto de abonos orgánicos sobre el intercambio catiónico del suelo

Tratamiento	CIC me/100 g	Autor
Testigo	14.23 NH ₄ AcO/N pH	Vergara, 1964
Kudzú cobertera (3 años)	26.24 NH ₄ AcO/N pH	Vergara, 1964
Testigo	4.63 (Ca + Mg + K)	Pool-Novelo, 1997
10 t gallinaza ha ⁻¹ año ⁻¹ (4 años)	9.43 (Ca + Mg + K)	Pool-Novelo, 1997
Testigo	33.12 BaCl ₂ TAE pH 8.2	Aguilar Manjarrez, 1995
4 t E. Cerdo ha ⁻¹ año ⁻¹ (1 año)	47.68 BaCl ₂ TAE pH 8.2	Aguilar Manjarrez, 1995
Testigo	6.91 KCl 1N pH suelo	Aguilar Manjarrez, 1995
4 t E. cerdo ha ⁻¹ año ⁻¹ (1 año)	9.94 KCl 1N pH suelo	Aguilar Manjarrez, 1995
Testigo	18.20 KCl 1N pH suelo	Rangel-Olvera, 1997
5 t gallinaza ha ⁻¹ año ⁻¹ (1año)	20.20 KCl 1N pH suelo	Rangel-Olvera, 1997

E = Estiércol

Se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros, tiende a aumentar, con el uso de abonos orgánicos como se observa en el Cuadro 6. Aguilar-Manjarrez (1995) observó un aumento de 5.5 a 5.8 al aplicar 4 t de porqueraza ha⁻¹ año⁻¹, Pool Novelo (1997) de 4.8 a 5.1 al aplicar en forma consecutiva 10 t de gallinaza ha⁻¹ año⁻¹ durante 4 años; mientras que Romero-Lima (1997) reporta un aumento de pH en promedio de 5.8 a 6.0 con la aplicación de 6 t ha⁻¹ año⁻¹ de gallinaza, vermicomposta y composta de cama de pollos, en forma separada. Estos incrementos de pH pueden ser efectos del propio estiércol que normalmente tiene un pH de 7.0 a 8.5, según su origen y tipo, además del efecto de elementos alcalinotérreos que se liberan del abono orgánico durante su mineralización.

Cuadro 6. Efecto de abonos orgánicos sobre el pH del suelo

Tratamiento	pH	Autor
0 t E. Cerdo ha ⁻¹ año ⁻¹ (1 año)	5.5	Aguilar-Majarrez, 1995
4 t E. Cerdo ha ⁻¹ año ⁻¹ (1 año)	5.8	Aguilar-Majarrez, 1995
0 t Gallinaza ha ⁻¹ año ⁻¹ (4 años)	4.8	Pool-Novelo, 1997
10 t Gallinaza ha ⁻¹ año ⁻¹ (4 años)	5.1	Pool-Novelo, 1997
0 t AO ha ⁻¹ año ⁻¹ (1 año)	5.88	Romero-Lima, 1997
6 t AO ha ⁻¹ año ⁻¹ (1 año)	6.05	Romero-Lima, 1997

E = Estiércol

AO = Abono orgánico (Gallinaza, Vermicomposta o Composta)

Abonos orgánicos sobre las características biológicas

Los conceptos expuestos por Stewart (1982) y Henis (1986) recalcan el efecto benéfico que aportan los abonos orgánicos en las propiedades biológicas del suelo. Estos autores señalan que un suelo fértil, capaz de producir una cosecha redituable, debe ser un suelo biológicamente activo. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas. El estiércol contiene grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. En la mayoría de los casos, el resultado neto del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los

productos de descomposición ejercen sobre las partículas del suelo. Henis (1986) indica que existe una correlación positiva entre el número de microorganismos del suelo y su contenido de materia orgánica en sus distintos grados de descomposición.

Con relación a la disponibilidad de nutrimentos, la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxidación y reducción de los elementos esenciales, convirtiéndolos de forma no aprovechables a formas aprovechables por las plantas (Alexander, 1977).

Los datos de López-Cezati (1979) muestran el efecto de la aplicación anual de 20 t de gallinaza durante 10 años, sobre el aumento de la población microbiana en un Andisol sometido al cultivo de maíz año con año (Cuadro 7). En este cuadro se puede observar que con la aplicación de gallinaza la población de hongos por gramo de suelo aumenta de 2.4×10^5 a 3.2×10^5 , la de actinomicetos de 3.1×10^6 a 4.6×10^6 y la de bacterias de 2.2×10^7 a 3.8×10^7 organismos por gramo de suelo seco.

Cuadro 7. Efecto de la aplicación anual de 10 toneladas de gallinaza durante 10 años sobre la población microbiana del suelo

Gallinaza t ha ⁻¹	Hongos 10 ⁵ g ⁻¹	Actinomicetos 10 ⁶ g ⁻¹	Bacterias 10 ⁷ g ⁻¹
0	2.4	3.1	2.2
20	3.2	4.6	3.8

Adaptado de: López *et al.*, 1979

La misma tendencia se muestra en el trabajo de Pool-Novelo (1997) al estudiar el efecto de la gallinaza en un suelo de Los Altos de Chiapas cultivado con maíz y haba (Cuadro 8). Romero-Lima (1997) demostró el incremento de C-Biomasa y N-Biomasa microbiana del suelo a los 100 días después de la aplicación de abonos orgánicos (gallinaza, vermicomposta y composta de la cama de pollos) en un Regosol ándico de Juchitepec, Méx., cultivado con papa (Cuadro 9). En todos los casos hubo un incremento de C-Biomasa con la aplicación de abonos orgánicos, mostrándose una alta correlación entre ésta y el nitrógeno orgánico aplicado del abono orgánico. Con la gallinaza se lograron mayores valores de C-Biomasa, seguida por la vermicomposta y finalmente por la composta. Los rendimientos de tubérculos de papa siguieron la misma tendencia. Con el N-Biomasa no se observó una tendencia clara. Se podría decir que con esto se comprueba plenamente el efecto de los abonos orgánicos en el incremento de la población microbiana del suelo y su influencia en la disponibilidad de los nutrimentos durante el desarrollo de la planta.

Cuadro 8. Efecto de la gallinaza sobre la población de hongos, actinomicetos y bacterias por gramo en un suelo de Los Altos de Chiapas

Gallinaza (t ha ⁻¹)	Hongos 10 ⁴ g ⁻¹ Suelo	Actinomicetos 10 ⁴ g ⁻¹ Suelo	Bacterias 10 ⁶ g ⁻¹ Suelo
0 por 4 años	53.97	7.75	103.0
10 por 4 años	269.62	9.85	353.0

Adaptado de: Pool-Novelo, 1997.

Cuadro 9. Biomasa microbiana a los 100 días después de la aplicación de abonos orgánicos en un Regosol andico de Juchitepec, Edo. de México

Abono orgánico t ha ⁻¹	C - Biomasa µg C g ⁻¹	N-Biomasa µg NH ₄ g ⁻¹
<i>Gallinaza (3.19% N, C/N 12.43)</i>		
0	97.54	19.16
NM + 2	160.99	8.07
NM + 4	221.56	26.15
NM + 6	167.27	11.05
<i>Vermicomposta (1.14% N, C/N 19.6)</i>		
2	133.67	32.38
4	193.80	21.97
6	137.11	18.16
<i>Composta (2.10% N, C/N 15.4)</i>		
2	106.92	18.19
4	128.82	24.66
6	89.69	22.17

Fuente: Romero-Lima, 1997

NM = Nutrimiento mineral + Abono orgánico (165-200-300)

Abonos orgánicos en la supresividad de los patógenos del suelo

Se sabe que los abonos orgánicos pueden prevenir y controlar la severidad de las enfermedades del suelo. Su acción se basa en los siguientes efectos: a) incrementa la capacidad biológica del suelo para amortiguar los patógenos, b) reduce el número de patógenos por la competencia que se establece por el incremento de microorganismos del suelo no patógenos, c) aumenta el contenido de N amoniacal en el proceso de mineralización del abono orgánico y d) aumenta la capacidad de los hospedantes para provocar rechazo de los patógenos (Huber y Watson, 1970).

Abawi y Thurston (1994) mencionan algunos de los mecanismos por los cuales los abonos orgánicos inhiben a los patógenos del suelo y enfermedades radicales. Entre ellos se citan: a) germinación y lisis de los propágulos de fitopatógenos, b) competencia por nutrientes, c) producción de compuestos tóxicos volátiles y no volátiles, d) modificación del ambiente del suelo (O₂, CO₂, NO₃⁻, pH), e) interferencia con la diseminación del inóculo, f) estímulo de agentes de control biológico (antagonistas, parásitos y depredadores).

Nitta (1991) señala que al aplicar al suelo materiales orgánicos como estiércoles o residuos de cultivos se promueve el crecimiento de raíces y la absorción de nutrimentos, lo que incrementa el rendimiento en betabel, maíz, soya, papa y trigo. La diversidad de microflora radical en estos cultivos aumenta y se correlaciona negativamente con la incidencia de enfermedades radicales de los cultivos, por efecto de un aumento de microbiostasis en la rizósfera. En el Cuadro 10 se puede observar la inhibición de algunos patógenos por efecto de algunos abonos orgánicos en particular. Esto podría indicar que cierto tipo de abonos orgánicos puede controlar a cierto tipo de patógeno del suelo, en otras palabras, las enmiendas orgánicas pueden tener un intervalo amplio de efectos sobre las enfermedades del suelo dependiendo del material aplicado y su grado de descomposición. Los productos de descomposición pueden en un momento dado reducir o estimular la enfermedad según el patógeno involucrado entre ellos, antagonistas o competidores. Las sustancias húmicas que son los productos finales de descomposición de los residuos orgánicos inducen una variedad de respuestas en los organismos patógenos del suelo. Linderman (1989) indica que se requieren mayores investigaciones y refinamientos para predecir el efecto de los abonos orgánicos sobre los patógenos del suelo.

Cuadro 10. Efecto de los abonos orgánicos en la supresividad o inhibición de patógenos del suelo

Abono orgánico	Patógeno inhibido	Autor
Gallinaza	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Tsao y Oster, 1980
Compostas de lodos	<i>Rhizoctonia solani</i>	Lewis <i>et al.</i> , 1992
Extractos de líquidos de compostas	<i>Phytophthora infestans</i>	Weltzin, 1990
Materiales quitinolíticos	<i>Fusarium sp</i> <i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	Rodríguez-Kabana, 1990
Compostas de corteza	<i>Rhizoctonia solani</i>	Chung y Hoiting, 1990
Vermicomposta	<i>Phytophthora nicotianae</i> <i>Fusarium oxysporum</i> <i>Plasmodiophora brassicae</i>	Szcech <i>et al.</i> , 1993

Fuente: Romero-Lima, 1997

Romero-Lima (1997) mediante una caracterización microbiológica de gallinaza, vermicomposta y composta encontró los organismos que se indican en el Cuadro 11. En él se señala el número de actinomicetos, bacterias y hongos por gramo de material seco y algunos organismos supresores de patógenos presentes en estos materiales. En la evaluación de campo se observó el efecto de la aplicación de gallinaza, vermicomposta y composta sobre el porcentaje de tubérculos sanos al aplicar separadamente de 0 a 6 t ha⁻¹ de cada uno de ellos, en el cultivo de papa. Estos datos señalan en el estudio, que el porcentaje de tubérculos sanos aumentó al aplicar una dosis mayor de abonos orgánicos dentro de las dosificaciones señaladas.

Cuadro 11. Número de microorganismos y especies de hongos supresores por gramo de material orgánico seco

	Gallinaza	Vermicomposta	Composta
Actinomicetos	39.4×10^2	90.0×10^3	44.1×10^3
Bacterias	12.2×10^3	26.0×10^2	29.2×10^3
Hongos	15.1×10^4	13.2×10^3	9.0×10^3
Generos de hongos	<i>Penicillium</i> <i>Paecilomices</i> <i>Mucor</i> <i>Trichoderma</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i> <i>Fusarium</i> <i>Glicocladium</i> <i>Mucor</i>	<i>Mucor</i> <i>Rhizopus</i> <i>Penicillium</i>

Fuente: Romero-Lima, 1997

Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos

Los cultivos en general muestran altas respuestas a la aplicación de abonos orgánicos; esto es más evidente en suelos de temporal, los cuales durante muchos años, han estado sometidos al uso tradicional de cultivos año con año. (Trinidad, 1987). Aunque los abonos orgánicos contienen una concentración baja de nutrimentos en comparación a los fertilizantes químicos, la disponibilidad de éstos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos los materiales orgánicos. El abono orgánico está considerado como un abono universal por el hecho de que aporta casi todos los nutrimentos que las plantas requieren para su desarrollo. En el Cuadro 12 se muestra el contenido nutrimental total de gallinaza, vermicomposta y composta de pollinaza con rastrojo y paja, y como ocurre en todos los abonos orgánicos, en ellos están presentes casi todos los elementos esenciales, que son liberados durante la mineralización en diferentes cantidades de acuerdo a la riqueza en nutrimentos de estos materiales orgánicos.

Hoy en día se conocen los requerimientos nutrimentales que los cultivos necesitan, sin embargo aún no es fácil controlar el balance de ellos ni a los factores que influyen en su disponibilidad bajo las condiciones naturales en que se lleva a cabo un cultivo, mediante la aplicación de sales químicas; en cambio se corrigen fácilmente algunos de los problemas nutricionales al utilizar los abonos orgánicos, porque estos no sólo proporcionan los elementos que los fertilizantes químicos tradicionales ofrecen, sino también otros nutrimentos (secundarios y micronutrimentos) que las plantas necesitan (Volke, 1973, Chen *et al.*, 1986, Rosas-Calleja, 1997); además estos elementos que están ligados a los componentes orgánicos, son más estables que aquellos que provienen de los fertilizantes químicos. Sin embargo el efecto de los abonos orgánicos en la respuesta de los cultivos debe interpretarse como el efecto conjunto que un abono orgánico ejerce sobre las propiedades físicas, químicas, biológicas y nutrimentales, que repercuten en un mejor desarrollo y rendimiento de los cultivos (Avminelech, 1986-Trinidad, 1987).

Cuadro 12. Contenido nutrimental total de gallinaza, vermicomposta y composta

Nutrientos	Gallinaza	Vermicomposta	Composta
C	48.0	39.0	55.2
N%	3.17	1.14	2.10
P%	1.88	0.376	1.08
K%	1.89	1.10	1.63
Ca%	5.63	1.65	6.56
Mg%	0.70	0.50	0.60
Fe ppm	1125	10625	3000
Ca%	70	15	60
Mg%	500	403	265
Zn%	575	100	235
Na%	0.75	0.24	0.45
pH	7.57	7.60	7.76
Rel. C/N	15.43	19.65	15.47

Fuente: Romero-Lima, 1997

En los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, siempre se han reportado respuestas superiores con éstos, que con la aplicación de fertilizantes químicos en cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo (Guerrero-Morales, 1987; Romero-Lima, 1997;) y éste es, sin duda, el efecto conjunto de factores favorables que proporcionan los abonos orgánicos al suelo y a los cultivos.

Conclusiones

De acuerdo a la información existente sobre la importancia de los abonos orgánicos para el suelo y la productividad de las cosechas se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Los abonos orgánicos reducen los escurrimientos superficiales, aumentan la infiltración del agua, conservan la humedad y pueden evitar la erosión del suelo.
- Los abonos orgánicos ayudan a mantener y a enriquecer la materia orgánica del suelo.
- La materia orgánica es uno de los componentes mayores del suelo, necesaria y de gran importancia para mantener adecuadas condiciones físicas, químicas, biológicas y nutrimentales del suelo.
- Durante la mineralización de los abonos orgánicos y del humus se liberan, en forma secuenciada y lenta, casi todos los nutrientes que los cultivos requieren para su desarrollo.
- Se ha comprobado que los abonos orgánicos inhiben y aminoran la población de patógenos del suelo, disminuyendo la incidencia de estos en los cultivos.

Referencias

- Abawi, G.S. y H.D. Thurston. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales. Una revisión. *In*:: Tapados. Los Sistemas de siembra con cobertura. CATIE-CLLAD, Ithaca N.Y. pp 97-108.
- Agies Group of Arlington Texas. 1996. Fertilizante microbiano sintrópico. *Fertilizantes América Latina* 1(3): 23-30.

- Aguilar-Manjarrez, D. 1995. Cambios químicos de un Andisol por porqueraza y encalado en la respuesta de maíz. Tesis M.C. Especialidad de Edafología, IRENAT, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México.
- Avnimelech, Y. 1986. Organic residues in modern agriculture. *In: The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*. Eds. Y. Chen and Y. Avnimelech. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp 1-10
- Broadbent, F.F. 1986. Effects of organic matter on nitrogen and phosphorus supply to plants. *In: The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*. Eds. Y. Chen and Y. Avnimelech. Martinus Nijhoff, Publishers, Dordrecht, pp. 13-27.
- Castellanos R., J.Z. y J.L. Reyes C. 1982. La Utilización de los Estiércoles en la Agricultura. Ingenieros Agrónomos del Tecnológico de Monterrey A.C. Sección Laguna, Torreón, Coah., México, p. 154.
- Chen, Y., and F.J. Stevenson. 1986. Soil organic matter interactions with trace elements. *In: The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*. Eds. Y. Chen and Y. Avnimelech. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. pp. 73-116.
- Cruz-Medrano, S. 1986. Abonos orgánicos. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. p. 129.
- Henis, Y. 1986. Soil Microorganisms, soil Organic Matter and Soil Fertility. *In: The Role of Organic Matter in modern Agriculture*. Eds. Y. Chen and Y. Avnimelech. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. pp. 158-168.
- Guerrero-Morales, S. 1987. Fertilización de maíz (*Zea mays* L.) con porqueraza y su efecto residual en un andisol de la Sierra Purepecha. Tesis M. C. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Gupta, U.C., A.J. Capbell and J.A. McLeod. 1994. Influence of Manure and Copper and Zinc Fertilization on Crops Grown on Podsol Soils of Eastern Canada. 15th World Congress of Soil Science. Acapulco, México. Volumen 5b: 397-398.
- Huber, D.M. and D. Watson. 1970. Effect of organic amendment on soil-borne plant pathogens. *Phytopathology* 60: 22-26.
- Khaleel, R., K.R. Reddy and M.R. Overcash. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste application: A review. *J. Environm-Quality* 110: 133-141.
- Kross, B.C., M.L. Nelson, A. Ayebo, and J.K. Johnson. 1995. Humans. *In: Soil Amendments. Impacts on Biotic Systemns*. Ed. Jack E. Rechcigl. Lewis Publishers, London. pp. 153-214.
- Lee R., V. 1972. Efecto del manejo de los residuos de la cosecha en rotación trigo-maíz-algodón, sobre los rendimientos y algunas propiedades físicas de un suelo del Valle del Yaqui. Tesis de M.C. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Linderman, R.G. 1989. Organic amendments and soil-borne diseases. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11:180-183.
- López-Cesati, J. R. Ferrera C. y S. Alcalde B. 1979. Efecto de la fertilización orgánica sobre la población microbiana en un suelo de ando de la Sierra Tarasca. *In: Trinidad-Santos, A. y O. Miranda J. (Eds). Los Suelos de Ando y sus Implicaciones en el Desarrollo Agrícola de la Sierra Tarasca*. INIA-CIAB y Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Mathers, A. C., B. A. Stewart and J. D. Thomas. 1977. Manure effect on water intake and runoff quality from irrigated grain sorghum plots. *SSSAJ* 41: 782-785.
- Mathers, A.C., and B.A. Stewart. 1980. The effects of feedlot manure on soil physical and chemical properties. *In: Livestock waste: A renewable Resource*. Proceedings of the 4th International Symposium on Livestock Wastes, April 15-17, Amarillo, Texas.
- Nitta, T. 1991. Diversity of root fungal floras: its implications for soil-borne diseases and crop growth. *Japan Agricultural Research Quarterly* 25(1): 6-11.
- Pérez-Ixchop, O. 1988. Fertilización foliar de macro y micronutrientos en un Andisol de la Sierra Tarasca. Tesis M.C. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Pettersson, B.D., and Von Wistinghausen E. 1979. Effects of organic and inorganic fertilizers on soil and crops. Results of long term experiment in Sweden. Misc. Publication. Woods and Agric. Inst. No. 1. 44 p.
- Pool-Novelo, L. 1997. Mejoramiento de la fertilidad del suelo en la agricultura sostenible de las laderas de Los Altos de Chiapas, México. Tesis M.C. Especialidad de Edafología, IRENAT, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

- Rangel-Olvera, L.M. 1997. Efecto de mejoradores sobre algunas propiedades químicas de un Andisol y el crecimiento de maíz. Tesis M.C. Especialidad de Edafología, IRENAT, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Romero-Lima, M.del R. 1997. Abonos orgánicos y químicos en la producción, sanidad, absorción nutrimental de papa y efecto en el suelo. Tesis M.C., Especialidad de Edafología, IRENAT, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Rosas-Calleja, D. 1997, Mejoradores sobre la disponibilidad de Fe y Zn para frijol en suelos calcimórficos. Tesis M.C. IRENAT, Especialidad de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Rosas C. D., Trinidad-Santos y J. Mares. 1994. Micronutrients and swine manure application in the fertilization of corn (*Zea mays* L.) on a Duric Ustorthent. 15th world Congress of Soil Science, Acapulco, México 5b: 389-390.
- Stewart, B.A. 1982. El efecto del estiércol sobre la calidad del suelo. *In*: Castellanos R., J.A. y L.L. Reyes C. (Eds). La utilización del Estiércol en la Agricultura. Ingenieros Agrónomos del Tecnológico de Monterrey A.C. Torreón, Coah. México.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Publishing Company, New York pp 5-18.
- Trinidad-Santos, A. 1987. El uso de Abonos Orgánicos en la Producción Agrícola. Serie Cuadernos de Edafología 10. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Unger, P.W., and B.A. Stewart. 1974. Feedlot waste effects on soil conditions and water evaporation. SSSAJ 38: 954-957.
- Volke-H V., H. Mejía A., A. Morales P. y A. Turrent F. 1973. Resultados de la investigación agronómica en maíz en la parte sur del Estado de Tlaxcala. VI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. SMCS. Tomo III: 34-63.

INTERACCIONES SUELO-MICROORGANISMO-PLANTA Y SU MANEJO EN UN CONTEXTO DE SOSTENIBILIDAD

Jose Miguel Barea Navarro¹

La capacidad que tiene un suelo para proporcionar a las plantas un medio físico, que permita su establecimiento y desarrollo y suministre, en cantidad y forma adecuada, los nutrientes que necesitan para satisfacer sus requerimientos durante toda su existencia, constituye el soporte conceptual de lo que clásicamente se entiende como fertilidad del suelo. Los macrocomponentes principales que determinan la fertilidad del suelo, es decir los factores químicos, físicos, biológicos y climáticos que actúan normalmente en interacción, fueron ya establecidos por la ciencia clásica. Entre estos factores, quizás los componentes biológicos de la fertilidad del suelo sean los últimos que se han "incorporado" a los dominios científicos de esta temática de investigación, pero, ciertamente, hoy se acepta, que la actividad de la microbiota no solo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas naturales como de los agroecosistemas.

Como es bien conocido las partículas minerales y orgánicas del suelo se asocian para formar agregados, constituyendo un entramado de materia que queda inmerso en las llamadas fase gaseosa (la atmósfera del suelo) y fase líquida (la solución acuosa del suelo). El conjunto es, en teoría, un hábitat favorable para los microorganismos. En efecto, tanto en la superficie de las partículas, como en el interior de los agregados, o bien asociados a las raíces de las plantas se ha detectado una amplia variedad de microorganismos. Entre éstos se incluyen bacterias, hongos, algas y protozoos, además de virus, que de acuerdo con innumerables referencias bibliográficas, indican cifras de decenas de millones de microorganismos viables y cultivables por gramo de suelo. Es de hacer notar que en el suelo existen numerosos microorganismos viables pero no-cultivables, que actualmente están siendo considerados en cuanto a su significado y función. Sin embargo, se sabe que la disponibilidad de nutrientes asimilables y, particularmente la de sustratos carbonados metabolizables, limita la actividad de la microbiota. No obstante, la funcionalidad de los microorganismos en el suelo, especialmente la de algunos grupos específicos, puede ser manipulada para permitir que determinadas actividades se expresen de forma eficaz. En resumen, se puede decir que los microorganismos son protagonistas en diversos procesos que inciden en la productividad de los sistemas agro-forestales y que las actividades que desarrollan se pueden favorecer o dirigir para su mejor aprovechamiento. La descripción de tales actividades y el análisis de sus aplicaciones prácticas, a la luz de los recientes avances de la investigación, constituyen el objetivo del presente estudio.

¹ Depto. Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, Estación Experimental del Zaidín, 18008 Granada, España. Tel: (34-958) 121011, Fax: (34-958) 129600, JMBAREA@EEZ.CSIC.ES

Significado de los microorganismos en los sistemas suelo-planta

La importancia de los microorganismos en ambientes naturales deriva de su ubicuidad, diversidad y, sobre todo, de su gran espectro de actividades. En la mayoría de los casos, tales actividades repercuten en los seres superiores con los cuales comparten un determinado hábitat. Concretamente, en el suelo, los microorganismos desarrollan una amplia gama de acciones que repercuten en el desarrollo y nutrición vegetal. Sin embargo, el nivel de actividad de las poblaciones microbianas del suelo es muy bajo, salvo en microhábitats donde haya una suficiente cantidad de fuente de C metabolizable. Cuando se introducen plantas en el sistema la situación de los microbios cambia drásticamente, ya que las plantas son las principales suministradoras de sustratos energéticos al suelo, de los que los microorganismos se aprovechan cuando se encuentran en la zona próxima a la raíz y proliferan en ella.

En 1904, Hiltner introdujo el término rizosfera para describir la zona del suelo afectada por el desarrollo de las raíces, las cuales inducen la proliferación de microorganismos. Las actividades metabólicas de tales poblaciones estimuladas, tanto desde el punto de vista cuali- como cuantitativo, en la rizosfera son de vital importancia para el desarrollo de las plantas. El incremento de actividad microbiana en la rizosfera, ejercido por el suministro de compuestos orgánicos que aportan los exudados radicales y otros materiales, en general, residuos vegetales o microbianos, recibe el nombre de efecto rizosférico.

Desde el punto de vista de sus relaciones con la planta, los microorganismos del suelo se dividen en tres grandes grupos: (a) saprofitos, que utilizan compuestos orgánicos procedentes de residuos animales, vegetales o microbianos; (b) simbioses parasíticas o "patógenos", causantes de enfermedades a las plantas; (c) simbioses mutualistas o simplemente "simbioses", como se les denomina en la literatura científica, los cuales benefician el desarrollo y nutrición vegetal. En resumen, las acciones que desarrollan los microorganismos en la rizosfera, y que resultan beneficiosos en los sistemas suelo-planta, pueden concretarse en las siguientes:

- Estimulación de la germinación de las semillas y del enraizamiento. Estas acciones se ejercen mediante la producción por los microorganismos (fitoestimuladores) de hormonas, vitaminas y otras sustancias.
- Incremento en el suministro/disponibilidad de nutrimentos. Este efecto deriva del protagonismo de los microorganismos (biofertilizantes) en los ciclos biogeoquímicos de los nutrimentos.
- Mejora de la estructura del suelo. Consecuencia de la contribución microbiana en la formación de agregados estables (mejoradores de agroecosistemas).
- Protección de la planta frente a estreses bióticos y abióticos. Actividad microbiana que emana de fenómenos de antagonismo microbio-microbio (biopesticidas, agentes de control biológico de patógenos) o de eliminación de productos xenobióticos (biorremediadores) o incremento de la resistencia/tolerancia a salinidad, sequía, degradación de sistemas, etc. (mejoradores ecofisiológicos).

Las bacterias rizosféricas saprofitas, conocidas en la literatura con el acrónimo PGPR (del inglés "Plant Growth Promoting Rhizobacteria"), desempeñan funciones importantes para la planta (control biológico de patógenos, solubilización (movilización) de fosfatos, fijación de N_2 o fitoestimulación, al facilitar la emergencia o el enraizamiento. El atributo de rizobacteria refiere la capacidad de dichos microorganismos para colonizar agresivamente las interfases suelo-raíz, donde mantienen poblaciones de individuos a un nivel que permite su efectividad.

Los hongos micorrizógenos y las bacterias fijadoras de N_2 son los componentes más destacados entre los simbioses mutualistas. Los hongos de la micorriza, una vez que colonizan de forma biotrófica la raíz, desarrollan un micelio externo que la conecta con los microhábitats del suelo tanto rizosférico como, fundamentalmente, el no-rizosférico, lo que les permite desarrollar actividades tales como ciclado de nutrientes (P y N fundamentalmente), protección frente a estreses bióticos y abióticos, conservación del suelo (formación de agregados), establecimiento de las plántulas, reguladores de la sucesión vegetal, etc. Las bacterias simbióticas fijadoras de N_2 (*Rhizobium*, *Frankia* y cianobacterias) efectúan su relevante función en la rizosfera de plantas de interés tanto en agrosistemas como en ecosistemas naturales. Esta información se recoge en el Esquema 1.

Importancia de los microorganismos en el desarrollo sostenido de los sistemas suelo-planta

Por definición, un desarrollo sostenido implica el uso racional de los recursos naturales renovables y la utilización mínima de materiales cuya producción conlleva consumo de energía procedente de fuentes no renovables. Si se tiene en cuenta que la microbiota del suelo es un recurso natural renovable y se analizan las funciones que los microorganismos son capaces de desarrollar en los sistemas suelo-planta, se deduce la trascendencia de los componentes biológicos del desarrollo sostenido en el contexto agro-forestal. En efecto, hoy se acepta que la sostenibilidad, tanto de ecosistemas naturales como de agroecosistemas, depende del equilibrio entre los componentes biológicos del suelo. De hecho, se puede considerar que el objetivo general de la tendencia actual de investigación en microbiología (biotecnología) del suelo es el *estudio de los microorganismos del suelo desde el punto de vista ecológico, genético, bioquímico y fisiológico, en relación con la nutrición y protección de las plantas, y de su contribución a una productividad sostenida con el mínimo deterioro del medio ambiente.*

La degradación de ecosistemas naturales o agroecosistemas, que se manifiesta visualmente en la pérdida de la cubierta vegetal o en el descenso de la productividad agrícola, está asociada con cambios importantes en la calidad del suelo (pérdida de la estructura, incremento de la erosión, pérdida de nutrientes asimilables y materia orgánica), hechos ampliamente descritos en la literatura. Sin embargo, las aproximaciones de tipo sostenible están actualmente dando énfasis renovador a la trascendencia de otros aspectos de la degradación de los ecosistemas tales como el descenso en la cantidad, diversidad y actividad de los propágulos microbianos que ocasiona la degradación. Es por ello que las propuestas de prácticas de restauración/rehabilitación/recuperación de

ecosistemas, o las de prácticas agronómicas que tienden a la sostenibilidad, propugnari, entre otras: (1) la mejora del ciclo biológico de nutrientes; (2) el control biológico de patógenos; (3) la mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo o las ecofisiológicas del sistema suelo-planta-clima, etc. En dichos aspectos es obvio el protagonismo de los microorganismos, por lo que las actividades que lo justifican merecen unos breves comentarios.

Ciclos biogeoquímicos de los nutrientes

Actividad microbiana conocida desde antes pero que las modernas tecnologías están reconsiderando, lo que posibilita incrementar los conocimientos en cuanto a los mecanismos implicados se refiere, al control de las condiciones ambientales que la rigen, a permitir su manipulación (biofertilizantes), o bien a posibilitar el seguimiento del destino y efecto de los inoculantes.

Control biológico de patógenos

Hace décadas que quedó establecido que las interacciones microbio-microbio son aspecto clave en el desarrollo y función de la rizosfera y que las poblaciones de microorganismos pueden interactuar de manera sinérgica (o aditiva) o bien antagonica. Es obvio que aquellos microorganismos que ejercen algún tipo de antagonismo sobre otros microorganismos patógenos de la planta benefician, indirectamente, el desarrollo de ésta, en términos de la protección de su estado sanitario. Tal actividad microbiana, que funciona por mecanismos de competencia por nutrientes o sitios de colonización, producción de sustancias antimicrobianas o enzimas extracelulares, opera de forma natural desde que existen las plantas. Sin embargo, puesto que esta actividad natural no está controlada específicamente, sus resultados son impredecibles; es más la aplicación de pesticidas, fungicidas y otros agroquímicos, puede incluso interferir con dicho recurso natural. Surge entonces el concepto/práctica de control biológico de enfermedades, que implica el manejo racional y dirigido de microorganismos apropiados para proteger a la planta frente al ataque de bacterias, hongos, nematodos, etc.

Mejora de las propiedades físico-químicas o ecofisiológicas del sistema suelo-planta-clima

Se dispone de evidencia experimental que apoya que, en ciertas circunstancias, los microorganismos ayudan a la planta a superar estreses abióticos impuestos por determinadas prácticas o por las condiciones ambientales. Entre estos estreses cabe considerar los inducidos por la contaminación por productos o residuos xenobióticos (pesticidas, fungicidas, herbicidas, detergentes), la contaminación por metales pesados, la degradación de la estructura del suelo etc., o los estreses producidos por sequía, salinidad, termicidad, etc. que confieren una situación problemática desde el punto de vista ecofisiológico, al sistema suelo-planta.

Acciones de los microorganismos del suelo en la formación de agregados estables

Como se sabe, la formación de tales agregados es relevante para la calidad y conservación del suelo y por tanto, para la estabilidad de los ecosistemas. Se ha evidenciado que las hifas del hongo de las micorrizas, en cooperación con otros microorganismos, interaccionan en tal proceso. En primer lugar, el micelio desarrolla un esqueleto que mantiene las partículas adheridas, después, tanto las raíces como las hifas aportan productos orgánicos que se incorporan a la estructura en formación. Los microorganismos excretan o exudan agentes compactantes (mucílagos, polisacáridos...) que provocan una cementación del microagregado en formación. Finalmente, éstos se unen en macroagregados, merced a la cooperación de las hifas de la micorriza y a la acción cementante de los productos de origen microbiano y vegetal.

Interacciones microbio-microbio

El estudio de estas interacciones es crucial para entender los procesos dinámicos que caracterizan la formación y mantenimiento de la rizosfera y la repercusión que ello tiene en cuanto a que afectan el crecimiento y la salud de la planta. Teniendo en cuenta que la mayoría de las plantas de interés agronómico/pascícola/forestal están micorrizadas, y la universalidad de la simbiosis, conviene reseñar que siempre va a haber interacciones en las que los hongos de la micorriza están involucrados. En efecto, se sabe que los microorganismos de la rizosfera afectan la formación de micorrizas actuando sobre la formación de "puntos de entrada", sobre las raíces de la planta hospedera, o sobre el desarrollo y efecto de la simbiosis. Las micorrizas suelen producir cambios cualitativos y cuantitativos en los exudados radicales, lo cual da lugar a un nuevo equilibrio en el suelo que rodea la raíz, que se manifiesta con la formación de la llamada micorrizosfera. En general, las micorrizas afectan el establecimiento de microorganismos en la rizosfera. Los efectos físico y químicos que inducen los hongos simbióticos al colonizar el suelo entorno a la raíz crean una "nueva dimensión" de la rizosfera tanto desde el punto de vista biológico como espacial. También se conoce que ciertos microorganismos establecen relaciones especiales, a veces específicas, con las micorrizas lo cual produce un efecto neto beneficioso sobre el desarrollo y nutrición de la planta. En el Esquema 2 se resumen los distintos tipos de interacciones descritas. Los numerosos trabajos experimentales sobre la temática han sido revisados recientemente. Aparte de tales interacciones, referidas a micorrizas, hay ejemplos importantes como la cooperación entre PGPR y *Rhizobium* que resulta beneficioso para la nodulación y fijación de N_2 ; o la interacción *Trichoderma*, *Enterobacter* (biocontrol) y *Clostridium* (fijador N_2) y sus aplicaciones en horticultura. Es obvio que el control biológico de enfermedades causadas por hongos patógenos mediante hongos no micorrízicos (*Trichoderma*, *Gliocadium*) y bacterias (*Pseudomonas*, *Bacillus*) es una forma de interacción microbio-microbio.

Aplicaciones prácticas de las actividades microbianas

Teóricamente, es factible la manipulación de las propiedades biológicas del suelo mediante ciertas prácticas agronómicas tales como la rotación de cultivos, estrategias de laboreo, adición de materia orgánica, solarización, etc. Sin embargo, la realidad es que resulta difícil dirigir tales prácticas a estimular

actividades beneficiosas y a deprimir las detrimentales, por lo que son impredecibles los resultados. Una manera de actuar más dirigida es la que se basa en la utilización de inóculos microbianos, formulando preparaciones (inoculantes) con microorganismos beneficiosos. La aplicación de tales inoculantes, en la mayoría de los casos, sigue demandando contraste y validación agronómica, aunque nunca ha perdido su carácter de práctica "prometedora".

La necesidad de reducir el uso de fertilizantes químicos y productos fitosanitarios de síntesis ha dado vigencia a la temática de la inoculación. En efecto, la demanda impuesta por la sostenibilidad está conduciendo al uso de estrategias alternativas que mantengan una producción competitiva y la protección del medio ambiente. En este contexto, el uso de inóculos microbianos (biofertilizantes), incluyendo algunos que han sido modificados genéticamente, esta cobrando un interés renovado. Microorganismos tales como *Rhizobium*, agentes de control biológico, hongos micorrizógenos, etc., han sido objeto de investigaciones orientadas a su aplicación práctica. Un aspecto clave es que la diversidad natural de las comunidades microbianas en el suelo representa una fuente de aislamiento de nuevas estirpes que podrían ser explotadas como inoculantes microbianos en agricultura y en programas de revegetación para la recuperación de suelos degradados.

Control biológico de enfermedades de las plantas

El crecimiento y reproducción de una especie vegetal en el mismo lugar por muchos años es lo normal en las comunidades vegetales naturales y así se estuvo haciendo con las especies domesticadas en agricultura hasta la generalización de la rotación de los cultivos. La presencia continuada de la misma planta favorecía el desarrollo de patógenos en el suelo, a la vez que aparecían en la rizosfera microorganismos antagonistas de tales patógenos que se pueden aprovechar para mejorar la sanidad y la productividad de los cultivos. Recientemente, han descrito algunos mecanismos moleculares de la actuación de rizobacterias contra las enfermedades de las raíces. Entre los productos biosintetizados por los microorganismos, los sideróforos y antibióticos parecen jugar un papel importante en la supresión de fungosis del trigo debidas a *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. Entre las bacterias, diferentes especies de *Pseudomonas* parecen ser las más frecuentes, pero descubrieron un *Bacillus* sp. capaz de producir antibióticos contra *Gaeumannomyces* y diferentes especies de *Rhizoctonia* y *Pythium* que abre un camino esperanzador al control bioológico de las enfermedades de la raíz producidas por estos organismos del suelo. Para la aplicación con éxito, todavía hay que resolver problemas derivados de factores tales como la competitividad que manifiestan las bacterias del suelo frente a las que se adicionan, en un caso similar a lo que ocurre con *Rhizobium*.

Una vez conocidos los genes bacterianos y su regulación, que determinan el efecto beneficioso manifestado por las rizobacterias, se puede intentar su transferencia a plantas que podrían así defenderse directamente de los patógenos sensibles a las sustancias producidas por ellas. Tales genes, y especialmente en el caso de los antibióticos, tendrían que ponerse bajo el control de promotores

específicos de raíces para evitar problemas de intoxicación derivados de la síntesis de tales productos en otras partes de la planta.

En resumen se puede decir que tanto bacterias (*Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp.) como hongos (*Trichoderma* sp. y *Gliocladium* sp.) se han ensayado con éxito como agentes de control biológico de hongos del suelo, patógenos de las plantas. Los problemas que limitan la efectividad de estos inóculos, son su introducción en el agroecosistema y el control de los factores que regulan su competitividad en la rizosfera para mejorar su establecimiento. Éstos están siendo investigados con resultados positivos.

En cuanto a los estudios realizados sobre micorrizas y control biológico, se ha comprobado que la simbiosis pueden reducir el efecto de patógenos de las raíces, aunque el incremento en la resistencia/tolerancia no es generalizable ya que la efectividad varía con el hongo micorrízico, el patógeno, el sustrato y las condiciones ambientales. Se dispone de algunos ejemplos que apoyan la reducción, en plantas micorrizadas, de los síntomas de enfermedades causadas por hongos: *Phytophthora*, *Gaeumannomyces*, *Fusarium*, *Thielaviopsis*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Verticillium*, *Aphanomyces*, y por nematodos: *Rotylenchus*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne*.

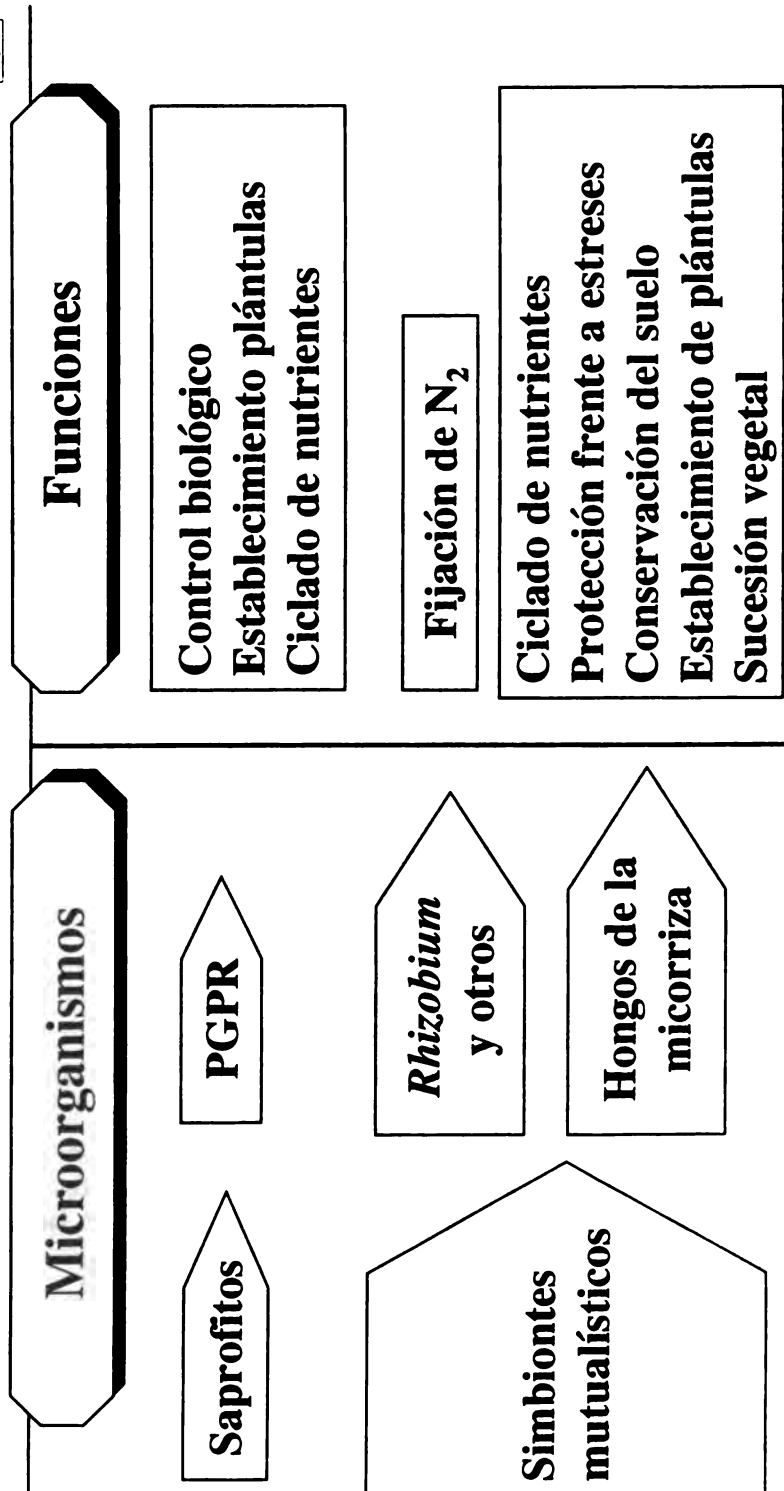
Parece recomendable utilizar conjuntamente micorrizas y otros agentes de control biológico, desarrollando así sistemas micorrizosféricos apropiados en una acción integrada (ciclado de nutrientes y protección para la planta). En este sentido hay interés en: bacterias, particularmente PGPR (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Agrobacterium*) y en hongos (*Trichoderma*, *Gliocladium*) habiéndose demostrado que estos agentes de control biológico que antagonizan hongos patógenos, no lo hacen, e incluso benefician a los hongos de la micorriza.

Con respecto a los mecanismos sugeridos para explicar el efecto de las micorrizas en control biológico de patógenos del sistema radical, se han sugerido los siguientes: Mejora de la nutrición de la planta, compensación de daños, competición por fotosintetizados, competición por sitios de colonización/infección, producción de cambios morfológicos y anatómicos en el sistema radical, inducción de cambios en las poblaciones de microorganismos en la micorrizosfera, activación de los mecanismos de defensa de la planta. La intervención real de cada uno de estos mecanismos es actualmente objeto de debate.

Referencia

Barea, J. M. y Olivares, J. 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. In: Jiménez Díaz, R., y R. Lamo de Espinosa (Ed.). Agricultura Sostenible. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 173-193.

Microorganismos beneficiosos en los sistemas suelo-planta



Interacciones de las micorrizas arbusculares con microorganismos del suelo



Tipo de microorganismo	Resultado de la interacción
Bacterias fijadoras de N ₂ (<i>Rhizobium</i> , <i>Frankia</i> ..)	Ciclado de N, fijación de N ₂ y transferencia de N a plantas no fijadoras (<i>biofertilizantes</i>)
Microorganismos solubilizadores de fosfatos (<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> ..)	Ciclado de P, utilización de fosfatos minerales y orgánicos como fuente alternativa de P (<i>biofertilizantes</i>)
Bacterias productoras de fitohormonas (<i>Azospirillum</i> , PGPR..)	Enraizamiento y establecimiento de las plantas (<i>fitoestimuladores</i>)
Agentes usados en control biológico de enfermedades (<i>Trichodema</i> , <i>Gliocadium</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> ..)	Incremento de la tolerancia/resistencia a hongos y nemátodos patógenos de la raíz (<i>Agentes multifuncionales de biocontrol</i>)
Microorganismos relacionados con la formación de agregados estables	Mejora de la calidad del suelo (<i>Mejoradores del ecosistema</i>)

Simposio Internacional y Reunión Nacional

LAS LOMBRICES DE TIERRA COMO RECURSO EN LOS AGROECOSISTEMAS TROPICALES

Isabelle Barois B.¹

La fauna del suelo es un regulador importante de la dinámica de la materia orgánica y del reciclaje de nutrimentos en los sistemas naturales y agrícolas. Uno de los grupos más importantes son las lombrices de tierra, tanto las consumidoras de hojarasca (epígeas y anécicas) como las consumidoras de suelo (endógeas). Las anécicas y endógeas, por su comportamiento excavador, pueden ser consideradas como "ingenieros del suelo" ya que modifican la estructura física del mismo cuando construyen sus galerías y producen sus turrículos (excretas).

Durante un periodo de 6 años (1990-1996) se llevó a cabo un programa de investigación conocido como "Red Macrofauna", conformada por cerca de 40 investigadores y estudiantes en doce países de América, África y la India, apoyados con financiamiento de la Unión Europea (TSBF), sobre la conservación de la fertilidad de los suelos en sistemas agrícolas de bajos insumos de los trópicos húmedos manipulando comunidades de lombrices.

Se consignaron resultados en aspectos tales como una encuesta biogeográfica mundial sobre las lombrices, el análisis de la ecología de las especies y las poblaciones, los efectos de las lombrices sobre los vegetales y los suelos y la elaboración de técnicas agrícolas basadas en su utilización.

Se conformó una base de datos de aproximadamente 457 especies de lombrices de 745 localidades y 28 países tropicales, agrupadas según aspectos biogeográficos, de tipo de vegetación o explotación de la tierra y de plasticidad según su tolerancia ecológica.

Producto de muestreos efectuados en agroecosistemas tropicales, se evidenció que las lombrices de tierra presentan un predominio relativo entre las poblaciones de los suelos, alcanzando del 40 al 90% de la biomasa de la macrofauna del suelo. A su vez, las lombrices reciben el impacto variable de los diferentes tipos de uso de la tierra, predominando generalmente en los agroecosistemas, las comunidades de especies de lombrices exóticas, de mayor tolerancia para adaptarse a una amplia gama de condiciones ambientales. Por su parte, la mayoría de las lombrices indígenas tiene una tolerancia ambiental baja y se restringe a los medios naturales.

¹ Departamento de Biología de Suelos, Instituto de Ecología A. C. Apartado postal 63, Xalapa 91000 Veracruz E-mail: isabelle@ecologia.edu.mx

Trabajos detallados sobre el efecto de estos organismos en los suelos, muestran que ciertas poblaciones de lombrices pueden llegar a ingerir más de 1,000 toneladas de tierra por hectárea por año. La mayoría tienen una ingestión selectiva del suelo, ingiriendo partículas gruesas y finas (arcillas) y generalmente concentran materia orgánica en sus turrículos, por lo que éstos presentan incrementos importantes de nitrógeno y fósforo mineral.

Con información de 240 resultados de trabajos obtenidos de la literatura y de experimentos establecidos en cinco países para observar el efecto de las lombrices en las plantas, se reconoció que en casi la totalidad de los casos, las lombrices incrementan la producción de las plantas. En estos experimentos se mostró también que las lombrices junto con las micorrizas establecen una sinergia positiva para la producción de las plantas. El efecto lombriz resulta más evidente cuando el suelo es más pobre en materia orgánica, de textura arenosa y con pH's moderadamente ácidos. Se observó que en términos generales, las comunidades de lombrices estimulan el crecimiento y la producción vegetal, modifican favorablemente la estructura y las propiedades físicas del suelo y tienen un impacto significativo en la dinámica de la materia orgánica del suelo.

Tomando como base la frecuencia de los registros en los muestreos y de la información de su tolerancia climática y edáfica, se identificaron cerca de 26 especies de lombrices susceptibles de ser manipuladas. Los resultados fueron particularmente promisorios en plantaciones de té en la India, en donde se inocularon lombrices de la especie *Pontoscolex corethrurus* junto con un aporte de materia orgánica y se obtuvieron incrementos de tres a cinco veces mayor producción de té.

En este sentido, las lombrices son un recurso importante que puede ser utilizado con éxito en la agricultura, dependiendo de la elección de las especies adecuadas, de la provisión de los aditamentos orgánicos necesarios para alimentarlas y del mantenimiento de al menos un mínimo de diversidad funcional en el conjunto de las poblaciones de estos invertebrados.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA LOMBRICULTURA EN MÉXICO

Claudia Martínez Cerdas¹

Introducción

La lombricultura nace en EEUU a finales de los años cuarenta y principios de los cincuenta, sin embargo se desplaza a Europa y se establece en Italia donde logra un buen desarrollo, posteriormente se difunde al resto de los países europeos (Martínez, 1996; Werner y Cuevas. 1996). A principios de la década de los ochenta regresa a América, estableciéndose en Chile; en el cual para 1986 se tenían cerca de 900 productores distribuidos en todo el país, lo que permitió establecer un mercado para la comercialización del abono de lombriz hacia países europeos como Holanda, Bélgica y Alemania entre otros. En esa misma época la lombricultura inicia su desarrollo en México, pero no logra alcanzar la magnitud que se presenta en Chile a pesar de que en ese momento y el actual México tiene todas las condiciones para lograr un buen desarrollo.

Desde el inicio, la lombricultura en México contó con el apoyo de la empresa privada y el gobierno. Como ejemplo se tiene que el Instituto Mexicano del Café con sede en Jalapa, Veracruz por iniciativa propia envía técnicos a capacitarse en el tema a otros países con el objetivo de que a su regreso se establezcan áreas de producción que posteriormente permitieran la realización de trabajos de investigación, así como la capacitación y transferencia de tecnología de la actividad a productores. En igual forma y también en la Ciudad de Jalapa, el UNCADER de la Dirección General de Educación y Tecnología Agropecuaria establece un módulo demostrativo con los mismos objetivos. En la actualidad sigue brindando capacitación y transferencia de tecnología a los interesados. Por otro lado se establece en Zumpango, México la empresa Lombrimex misma que en coordinación con socios italianos establecen un proyecto productivo a nivel comercial, siendo su objetivo la producción y comercialización del abono de lombriz.

La lombricultura surge en México en la misma época que en el resto de América Latina, logrando un mayor desarrollo en los últimos tres años, en los cuales la actividad ha crecido y se ha dado a conocer gracias a publicaciones, material visual permitiendo que un mayor número de personas conozcan la actividad y se interesen en ella. Los resultados obtenidos a través de la encuesta que la Unidad de Identificación y Promoción de Mercados de la Subsecretaría de Desarrollo Rural de la SAGAR puso en su página en internet, hace 18 meses y a los cursos de capacitación que se ha venido ofertando con la Empresa Lombricultura Técnica Mexicana, expresan que existe en el país un área de producción cercana a las diez hectáreas, las cuales se calcula generan un volumen de producción anual cercano a las diez mil toneladas anuales debido a que en su mayoría estos

¹ Ingeniera Agrónoma. Directora Ejecutiva. Lombricultura Técnica Mexicana. Telfs: 01(595)45195-46420, Fax: 01(595)45195. E-mail: lombriz@www.citsatex.com.mx

proyectos en un 90 por ciento se desarrollan en pequeñas unidades familiares y en escalas que van desde una rejilla o una caja madera hasta 100 metros cuadrados, un 7 por ciento de la producción son proyectos que van de los 100 a los 1000 metros cuadrados considerados como proyectos en mediana escala, la diferencia corresponde a los proyectos a escala comercial que abarcan más de 1000 metros cuadrados.

Es importante mencionar que en su mayoría estos proyectos no han recibido una adecuada asesoría, considerándose que han surgido como proyectos empíricos. Es esta la razón por la cual se debe trabajar en ofertar a los interesados un paquete tecnológico en el cual se dé a conocer al productor toda la información que al tema refiere y no sólo su aplicación para la obtención de abono que es lo que los técnicos en un 95 por ciento ofertan, al encontrar una manera fácil de hacer negocio al vender la lombriz. Pero lo más grave es el alto costo que ha llegado a tener este pequeño animal. Se deja de lado el potencial que esta actividad presenta tanto para el ambiente, como la salud, la agricultura, la actividad pecuaria así como el desarrollo forestal.

- ✓ Esta ponencia pretende dar una idea general sobre la situación actual que presenta la lombricultura en México y cuales son las alternativas a considerar para mejorar el futuro de esta actividad. Considerando que se cuenta con personal capacitado así como un paquete tecnológico que puede ser aplicado desde la escala pequeña hasta la comercial, considerando además que se tienen en el país las especies más utilizadas mundialmente para el desarrollo por su capacidad de adaptación, su alta reproducción, así como la voracidad que presentan y su fácil manejo, ellas son *Eisenia andrei* y *E. fetida*.

La investigación sobre la lombricultura en México

En lo que a investigación se refiere la empresa privada ha jugado un papel importante al establecer la investigación requerida para un mejor desarrollo de la lombricultura, buscando la aplicación práctica de ésta. Por otro lado se conoce el apoyo dado por Conacyt a proyectos de investigación en diversos centros para la realización de estudios taxonómicos, así como metodología para análisis básicos tanto para el abono de lombriz como para la carne; en este sentido, el Instituto de Ecología en Jalapa ha sido beneficiado con este tipo de apoyos y el área de Microbiología del Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados, desde 1994 recibe apoyo de dicho consejo. Asimismo, la Universidad Veracruzana ha sido clave en lo que a investigación y capacitación se refiere. En los últimos años la Universidad de Guanajuato, la Universidad Autónoma Chapingo, ECOSUR, la Universidad Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Guadalajara, DGETA, SEP, así como las empresas privadas entre otras han incrementado sus trabajos en el tema. Sin embargo muchas veces estos trabajos son repetitivos, falta comunicación entre los investigadores, se pierden recursos y tiempo; ejemplo, en ocasiones se llega a generar confusión en algunos resultados al existir duplicidad de trabajos.

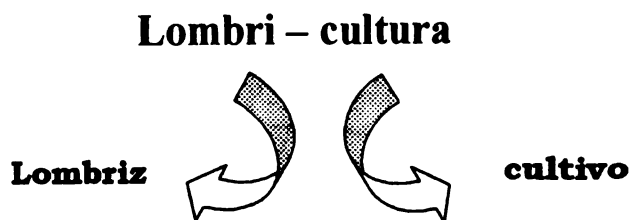
Además, esta investigación se genera a nivel de laboratorio o invernadero, misma que al ser aplicada en campo genera resultados lejanos a la realidad. En un 80 por ciento ésta ha sido orientada a la producción de abono y hacia el manejo de desechos de la agroindustria cafetalera, o bien a resultados en campo de la aplicación de dicho abono. También se encuentran algunos trabajos orientados al uso de la lombriz como complemento alimenticio. Sin embargo existen pocos trabajos nacionales, que se orienten a otros desechos de interés como la cachaza y bagazo que sale de los ingenios azucareros, los estiércoles, desechos urbanos y una gran gama de desechos que día a día se generan en el país, o bien resultados en campo de la aplicación de dicho abono. Se necesita mejor investigación específica y aplicada de la lombricultura

Capacitación actual y necesidades futuras

En lo que respecta a capacitación hay que reconocer el trabajo desarrollado por el UNCADER, el Instituto de Ecología A.C., la Universidad Veracruzana y la Universidad Autónoma Chapingo. Esta última a través del CECySU en 1996 oferta los primeros cursos sobre lombricultura en coordinación con la Empresa Lombricultura Técnica Mexicana, misma que actualmente coordina el Curso Internacional Lombricultura y Agricultura Sustentable que se impartió por vez primera a nivel nacional en Chapingo y hoy día junto con la Subsecretaría de Desarrollo Rural a través de la Unidad de Identificación y Promoción de Mercados han logrado consolidar y ofertar a nivel internacional, habiendo capacitado a técnicos y productores de todo el país así como de Centro y Suramérica (Martínez, 1996a, Martínez y Ramírez, 1999). También otros organismos como ONG'S, el Instituto Nacional Indigenista, INSOL y ANDFIASS brindan capacitación; no son todos los aquí mencionados, existen otros grupos que capacitan tanto técnicos como productores. Uno de los objetivos de la Sociedad Mexicana para la Lombricultura y los Abonos Orgánicos (SOMELAO) es ofertar a lo largo y ancho del país cursos de capacitación con técnicos que como mínimo hayan recibido un curso con una duración de 18 horas y un año de experiencia práctica en campo.

Proyectos Productivos

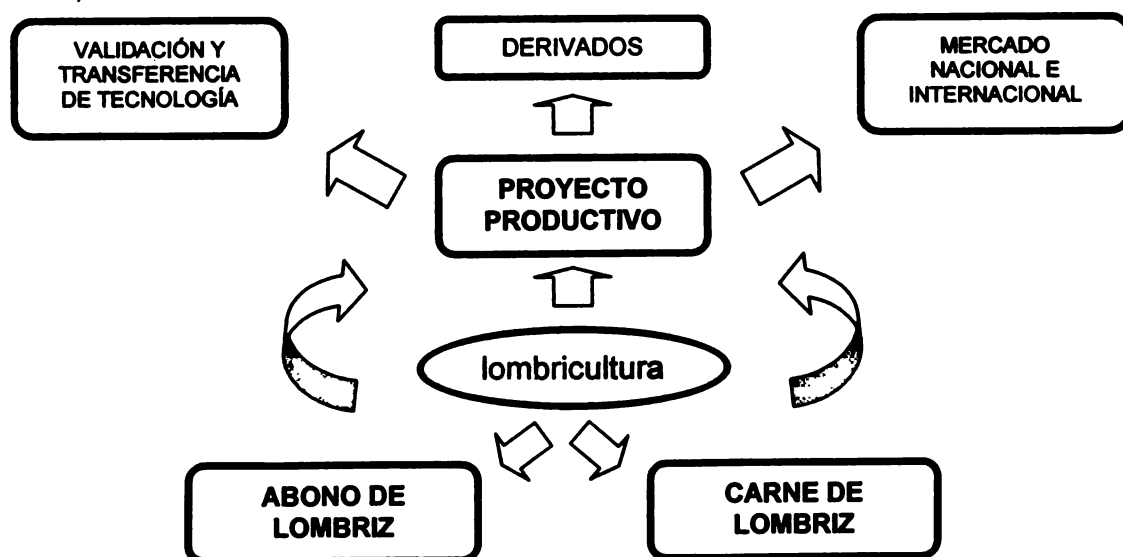
Para un proyecto productivo es importante definir de la manera más sencilla la palabra lombricultura, palabra compuesta que al ser dividida en dos muestra claramente sus raíces y nos dá su significado: cultivo de lombrices. En el cultivo de lombrices se pueden emplear varios tipos de ellas, nativas, exóticas y composteras, el uso de una u otra de ellas depende de los objetivos que el proyecto persiga así como el interés y capital del interesado.



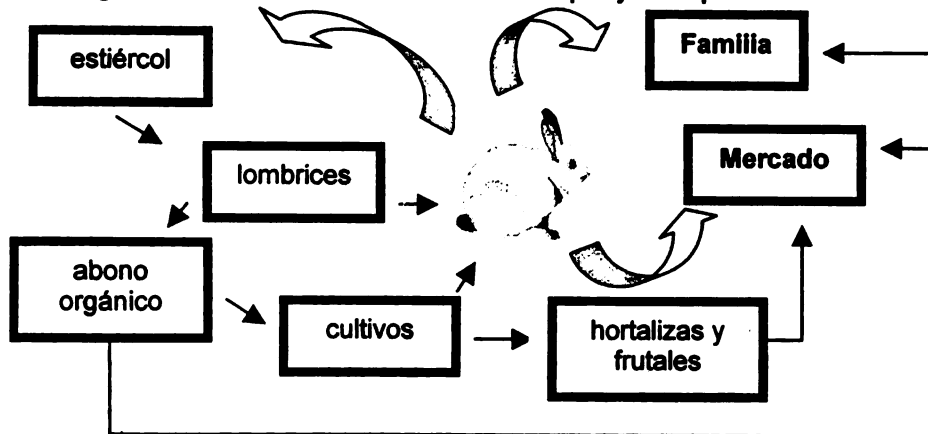
Por lo tanto los Proyectos Productivos (Pp) son todos aquellos que buscan un fin comercial y no demostrativo, aunque dependiendo de los objetivos planteados se puede realizar investigación. El Pp es un proyecto que se establece con tecnología transferida y validada, no busca realizar pruebas, busca la aplicación práctica de la actividad, de manera que en corto tiempo se obtengan resultados positivos que permitan recuperar la inversión que el productor realiza (Martínez, 1998). En este sentido la lombricultura es una actividad a la cual se le ha investigado en todas sus áreas en diversas partes del mundo y en su mayoría estos trabajos están disponibles en publicaciones periódicas que están al alcance de técnicos que se dedican a la investigación; lo que queda es aplicarlo recordando aquel viejo refrán de Confucio que dice: *"conocimiento que no se aplica, no sirve para nada"*.

El proyecto productivo debe ir orientado a generar un producto y un ingreso a corto plazo y otros a mediano y largo plazo, desde el punto de vista de Lombricultura Técnica Mexicana, empresa que ha desarrollado un paquete tecnológico a lo largo de 10 años de trabajo en México, la lombricultura es una actividad que permite con facilidad trabajar dentro de un sistema de producción integral sustentable con los beneficios que a continuación se indican: 1. genera abono de lombriz, lombricomposta o vermicomposta, nombres con los que usualmente se identifica a la excreta de lombriz, la cual se utiliza como abono orgánico en la producción de productos agrícolas orgánicos y 2. carne de lombriz que puede utilizarse en fresco, seca o en harina tanto en la alimentación humana como animal y no se deben olvidar sus derivados tales como la producción de vitaminas y antibióticos entre otros (Martínez, 1996; Velázquez, 1986; Velázquez, 1990, Irissón, 1995). Con estos resultados la obtención de carne y harina de lombriz se lograría a mediano plazo, período en el cual el excedente de lombriz se convierte en un insumo adicional en el sistema productivo y su valor inicial se convierte en un valor agregado, el cual llega a reemplazar insumos que generan gran salida de recursos en el sistema. A continuación se presentan algunos esquemas que muestran como manejar la lombricultura en un proyecto productivo integral sustentable.

Esquema 1. Diagrama de flujo en un Proyecto Productivo de lombricultura. Fuente: Martínez, C. 1999a



Esquema 2. Integración de la lombricultura en un proyecto productivo sustentable.



Fuente: Martínez, C. 1999a.

Ambos esquemas muestran el beneficio que se obtiene cuando se desarrolla la lombricultura adecuadamente. Es esta la forma en que un pequeño o mediano productor puede sacar un mayor provecho a la lombricultura

Manejo de la lombricultura en granjas integrales sustentables

El manejo de granjas integrales sustentables maneja los tres puntos anteriores, siendo necesario para su establecimiento la base científica y el conocimiento técnico que resulta de una buena capacitación, así como la experiencia práctica para el manejo de los Pp. Con estos parámetros se pueden diseñar sistemas de producción en diversos tamaños, pequeña, mediana y escala comercial que permitan a su productor la obtención de ingresos por la venta de varios productos y no solo el abono de la lombriz. Es importante también explicarle al productor que en una granja se trabaja apoyando una actividad con otra de manera que se reduzcan los costos de producción. Por ejemplo si se tienen lombrices se tendrá abono para los cultivos y carne para las aves o peces (Martínez, 1996b; Martínez, 1997a, Martínez, 1997b, Martínez, 1999b, Martínez y Ramírez, 1999). Lo que da como resultado la obtención de varios productos e ingresos por la venta de ellos. Quizá este sea el punto de partida para el desarrollo rural no solo en México sino en América Latina, si se considera la calidad de los productos obtenidos. Además llega un momento en que los desechos que se utilizan en la alimentación de las lombrices se producen en la granja, disminuyendo con esto la posibilidad de introducir material de desecho contaminado y llegando a ofertar todo tipo de productos orgánicos en un momento dado.

Resultados

1. Una de las limitantes a la cual se ha enfrentado la lombricultura en México ha sido la falta de técnicos capacitados y con "Experiencia Práctica". De 1996 a la fecha han surgido muchos técnicos sin capacitación alguna, a quienes les falta desarrollar experiencia antes de llegar con el productor, situación que ha

- generado desconfianza en algunos productores, principalmente en aquellos que han recibido una mala asesoría.
2. Son pocos o quizá mínimos los consultores que ofertan un paquete tecnológico que permita al productor tener un asesor por un tiempo mínimo de un año, el cual le indique los pasos a seguir para la obtención de abono y la preparación y utilización de la carne de lombriz, de esta manera el productor aprende haciendo.
 3. En lo que a lombrices respecta, no existe actualmente la certificación de éstas, ni el control sanitario para el ingreso de lombriz de otros países. Aun cuando existe lombriz suficiente en el país, se está importando lombriz de países que tienen la plaga más importante reportada en la literatura, la planaria y hasta hoy solo se reporta un producto químico para su control (Bollo, 1996). Existe un desconocimiento casi total en los técnicos en cuanto al modo de ataque de esta lombriz plana y los daños que puede llegar a ocasionar a *Eisenia andrei* o *E. fetida*.
 4. Otro problema detectado a raíz del anterior, es la ausencia de taxonómos expertos, por lo que es común escuchar a técnicos y productores hablar del híbrido de california, la roja californiana, la lombriz roja, entre otras. Como no hay educación para el consumo de productos certificados y tampoco hay quién certifique, se comercializa una mezcla de lombrices, que en muchos casos no logran un desarrollo adecuado. La especie que ocasiona problemas en la mayoría de los casos es *Perionyx excavatus*, especie sumamente nerviosa para su manejo si se compara con *Eisenia fetida* o *E. Andrei*, ya que en tormentas eléctricas se salen de las camas que las contienen (Ortíz, 1999¹).
 5. En lo que al abono de lombriz respecta se tiene la misma limitante, no hay quién certifique, porque aún no están establecidas las normas de calidad, mientras no exista un ente certificador no habrá control ni homogeneidad en el producto que se comercialice, lo que va en contra del producto. Es urgente establecer las normas para la producción, desde la evaluación de las condiciones que prevalecen en el lugar de producción así como la calidad del producto final. Se espera que la Sociedad juegue un papel determinante en este punto.
 6. La lombricultura es una actividad que además de lo ya comentado busca mejorar el ambiente, sin embargo hay proyectos a los cuales se llega y no se sabe si el proyecto es de lombricultura o un basurero, desde ahí viene el control de calidad tanto para el abono, como para la lombriz. Esto repercute en ambos debido a que se vende lombriz con plagas y se produce abono en medio de charcos que liberan sustancias por exceso de humedad y mal manejo que pueden convertirse en contaminantes para los mantos freáticos.
 7. Se necesita promover cursos de capacitación a nivel nacional teórico-prácticos que permitan tanto a técnicos como productores tener un mayor conocimiento sobre el tema, buscando que el productor que se involucre logre las metas planteadas y desarrolle la lombricultura en todo su potencial y de manera eficiente.

¹ Comunicación personal.

Para terminar quiero hacer hincapié en un artículo del periódico El Financiero del 14 de octubre de 1998 "Comienza a cobrar importancia la lombricultura en México, técnica útil para la obtención de abonos orgánicos". A un año de esta publicación se han incrementado tanto los proyectos como los técnicos que día a día se van incorporando a esta actividad, sin embargo para que en un año más se pueda tener 4 o 5 veces más lo que hoy existe, se debe trabajar en forma conjunta y con conocimiento de causa para alcanzar lo que en otros países no se ha logrado, un desarrollo de la lombricultura basado en el conocimiento técnico y científico que permita su aplicación eficientemente. Con la integración de la Sociedad Mexicana para la Lombricultura y los Abonos Orgánicos y sus respectivas representaciones en los diferentes Estados se puede trabajar en beneficio de la actividad, del ambiente, de la salud, de las actividades agropecuarias, del productor y del país en general.

Conclusiones

A lo largo de casi dos décadas de la presencia de la lombricultura en México, no se puede hablar de un desarrollo eficiente al considerar que en el transcurso de este periodo de tiempo esta actividad ha estado concentrada con intereses propios, por lo que la difusión ha sido mínima. Como se menciona en este escrito, existe investigación suficiente a nivel internacional y nacional que sirve como apoyo para la aplicación práctica de la lombricultura. La cual permite el establecimiento y desarrollo de la actividad para alcanzar el potencial que ésta presenta. Por lo tanto es importante trabajar en aterrizar los resultados existentes, confiables, que garanticen el establecimiento adecuado y el buen desarrollo alcanzado en otros países con menor potencial que el de México.

Actualmente se cuenta con especies de lombrices que han dado excelentes resultados en cuanto a voracidad y capacidad reproductiva, lo que permite trabajar tranquilamente con ellas. Esto no significa de ninguna manera que no se deba desarrollar investigación, esta es importante, pero es más importante que se realice donde se necesita, junto con el productor.

México es un país que tiene un potencial enorme para el desarrollo de esta actividad, razón por la cual empresas consolidadas a nivel internacional buscan actualmente socios que deseen establecer proyectos productivos con tecnología de punta para poder entrar a este país. La lombricultura no es una falacia, ni algo que se quiera imponer, es una realidad a la cual se le debe prestar la debida atención para beneficio de todos, principalmente cuando se cuenta en el país con la maquinaria necesaria para el establecimiento de proyectos a cualquier nivel.

El impacto que ha ocasionado la promoción de los productos orgánicos a nivel internacional puede considerarse como el punto de partida requerido para aterrizar la lombricultura, debido a la demanda actual de abonos orgánicos, al considerarse esta actividad una de las tantas que permite recuperar los desechos orgánicos que actualmente se generan y transformarlos en un abono orgánico que presente

características microbiológicas adecuadas, factor principal a considerar en la producción de abono. En éste el contenido de nutrimentos pasa a segundo plano, al revisar análisis microbiológicos realizados al abono de lombriz es ahí cuando se puede observar la riqueza microbiológica que contiene este material. El contenido de nutrimentos presente en el abono de lombriz está en función del contenido que presenta el alimento que se ofrece a la lombriz. No puede ser mayor a lo que consume, debido a que la lombriz para su desarrollo requiere de nutrimentos; por lo tanto, de lo que consume libera en sus excretas solo una fracción, la cual varía en función de las necesidades de la especie. Hasta aquí se ha hablado de la lombricultura en la cual se trabaja con especies composteadoras o especializadas, el manejo de lombrices nativas es muy diferente, mismo que debe darse de acuerdo a las características propias de la especie (Jiménez y Lamo, 1998, Labrador, 1997; Martínez, 1999a; Martínez, 1999b, Martínez y Ramírez, 1999).

Referencias

- Bollo, E. 1996. Lombricultura un negocio rentable con potencial ilimitado. *El Surso*. 2:6-7
- Jiménez, D. R y J. Lamo de Espinosa. 1998. *Agricultura Sostenible. IAGROFUTURO* y *Mundiprensa*. Madrid, España. 616 p.
- Irisson, S. 1995. Calidad del abono y de la lombriz de tierra, resultantes del lombricompostaje de la pulpa de café. Tesis Profesional. Universidad Veracruzana. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Zona Xalapa, Veracruz-México.
- Labrador, J. 1997. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio de Agricultura y Pesca. *Mundi-Prensa*. Madrid, España.
- Martínez, C. 1996. Potencial de la Lombricultura, elementos básicos para su Desarrollo. *Lombricultura Técnica Mexicana*. Texcoco, Estado de México. México. 149p.
- Martínez, C. 1996a. Lombricultura y Agricultura Sustentable. *In: Memoria I Curso Nacional Lombricultura y Agricultura Sustentable*. CECySU. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México. 23-27 de septiembre de 1996. Chapingo-México.
- Martínez, C. 1996b. La lombricultura una alternativa viable en la agricultura sustentable. *In: Memoria II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre agricultura sustentable*. Colegio de Postgraduados, SAGAR y SEMARNAP. 1-3 de diciembre de 1996. San Luis Potosí, México.
- Martínez, C. 1997a. ¿Porqué la lombricultura en el Desarrollo Rural?. *II Congreso Nacional Agronómico y Forestal: Por un Desarrollo Rural Integral Sustentable*. UACH, 20-21 de agosto de 1997. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Martínez, C. 1997b. Factibilidad de la lombricultura dentro de una granja integral sustentable. *III Simposium y IV Reunión Nacional sobre Agricultura Sustentable*. 16-19 de noviembre de 1997. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- Martínez, C. 1997c. Potencial de la lombricultura en pequeños sistemas de producción agrícola integral. *In: Memoria Primera Exposición Nacional de Productos Agropecuarios Comercialmente No Tradicionales*. Distrito Federal, México. Diciembre 1997. Subsecretaría de Desarrollo Rural, UIPM, INCA RURAL, SAGAR, IICA, Alianza para el campo. México.
- Martínez, C. 1998. Manejo de desechos agropecuarios, Colegio de Postgraduados, sede Montecillo. Proyecto Productivo presentado a la Dirección General. Colegio de postgraduados. Diciembre 1998. 10 p.
- Martínez, C. 1999a. Potencial de la Lombricultura, elementos básicos para su desarrollo. 2a. edición. *Lombricultura Técnica Mexicana*. Texcoco, Estado de México. México. 250 p. En prensa.
- Martínez, C. 1999b. *La Actividad Integral de traspatio*. Manual práctico. Subsecretaría de Desarrollo Rural, Programa Mujeres en el desarrollo Rural, Alianza para el Campo, SAGAR e IICA. México, Distrito federal. México. En prensa.

- Martínez, C. 1999c. La lombricomposta en el desarrollo agrícola sustentable. *In: Memoria II Exposición Regional de Productos Agropecuarios Comercialmente No Tradicionales.* Morelia, Michoacán. 12-14 de octubre de 1999. SAGAR, IICA, Alianza para el campo. México.
- Martínez, C. y L. Ramírez. 1999. *Lombricultura y Agricultura Sustentable.* I edición. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Subsecretaría de Desarrollo Rural, UIPM. *Lombricultura Técnica Mexicana.* México. 245p. En prensa.
- Ortiz, J. 1999. *Productividad en Armonía.* CIAV. A.C. San Andrés Tuxtla, Veracruz.
- Ramos, J.M. 1996. *Evaluación química y económica del abono producido por vía microbiana y vía lombrices de tierra.* Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Tapachula. Tapachula-Chiapas.
- Rodríguez, F, G. Velázquez, C. Chamorro y N. Martínez. 1992. *Adaptación tecnológica de la lombricultura en la zona cafetera de Albán Cundinamarca.* Acta Biológica Colombiana 7-8:1-109.
- U de G. 1997. *Cartel sobre Lombricultura.* Universidad de Guadalajara. III Simposium Internacional y IV Reunión Nacional sobre Agricultura Sustentable. 16-19 de noviembre de 1997. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- Velázquez, C., C. Herrera e Ibañez. 1986. *Harina de lombriz. I Parte. Obtención, composición química, valor nutricional y calidad bacteriológica.* Alimentos. 11(1):15-21.
- Velázquez, L., R., Barriga, C. Herrera e Ibañez. 1990. *Harina de lombriz: III Parte. Propiedades funcionales.* Alimentos 5:13-16.
- Werner, M y Cuevas, J.R. 1996. *Vermiculture in Cuba.* BioCycle (6):57-62.

Simposio Internacional y Reunión Nacional

POTENCIALIDAD DE LAS MICORRIZAS COMO BIOFERTILIZANTES Y BIOPROTECTORES EN ECO- Y AGROSISTEMAS DEGRADADOS

Dr. Jose Miguel Barea Navarro¹

La inmensa mayoría de las plantas que crecen sobre la corteza terrestre viven asociadas, en forma de simbiosis mutualística, con ciertos hongos del suelo dando lugar a las llamadas "micorrizas" ("hongo-raíz"). El hongo coloniza biotróficamente la corteza de la raíz, llegando a ser parte integrante de dicho órgano, en el que desarrolla un micelio extrarradical que, a modo de sistema radical complementario y altamente efectivo, ayuda a la planta a adquirir nutrientes minerales y agua del suelo. De hecho, la simbiosis se considera la parte metabólicamente más activa de los órganos de absorción de nutrientes de las plantas. A su vez, la planta hospedadora proporciona nutrientes orgánicos, así como un nicho ecológico protegido al hongo simbiote, heterótrofo. Se reconoce que las micorrizas juegan un papel clave en la supervivencia de las plantas y en el reciclaje de nutrientes en el ecosistema. Se las encuentra prácticamente en todos los suelos y climas de la tierra. Sólo en unas pocas familias botánicas hay especies que no forman micorrizas. Los ejemplos más significativos de familias con especies no micorrizables son las Crucíferas, Quenopodiáceas y Ciperáceas.

Es lógico que la universalidad de esta simbiosis implique una gran diversidad en lo que concierne a la taxonomía de los hongos (y plantas) simbiotes. De hecho existen diferencias considerables en la morfología y fisiología de las micorrizas, lo que permite reconocer unos cinco tipos diferentes, tal como ilustra el Esquema 1, en el que se aprecia que las micorrizas arbusculares son propias de las plantas de interés agronómico.

La importancia ecológica y económica de las micorrizas arbusculares está avalada por su presencia en más del 80% de las especies vegetales existentes. Son plantas formadoras de este tipo de micorrizas, las leguminosas herbáceas y muchas leñosas, los cereales, todos los frutales y otras de interés en hortofruticultura o en revegetación de suelos degradados.

En cuanto a la formación de micorrizas arbusculares, se sabe que esta simbiosis se inicia con la germinación de las esporas del hongo, o a partir de otras formas de propágulos, tales como

¹ Departamento de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Prof. Albareda 1, 18008 Granada, España.

fragmentos de raíz micorrizada, presentes en la mayoría de los suelos, procedentes de cultivos precedentes. El micelio activado penetra las células corticales de la raíz, formando estructuras intracelulares especializadas, llamadas arbusculos, en los que tiene lugar el intercambio de metabolitos entre el hongo y la planta. Las hifas del hongo se extienden posteriormente desde la raíz hacia el suelo, lo colonizan y exploran más eficazmente los microhabitats del mismo. A este tipo de micorrizas son a las que se refiere el presente estudio que, en adelante usará simplifícadamente el término "micorrizas".

TABLA I
Tipos de micorrizas

Denominación	Simbiontes	
	Planta	Hongo
Ectotrófica (formadoras de manto)	Fagáceas, Pináceas Betuláceas, otras (interés forestal)	Basidiomicetos Ascomicetos
Endotróficas Arbusculares	80-90% de las especies vegetales (interés agronómico/revegetación)	Zigomicetos microscópicos del orden Glomales
Orquidodes	Orquídeas (interés ornamental)	Basidiomicetos
Ericoides	Ericáceas (interés ecológico)	Ascomicetos (y Basidiomicetos)
Ectendotróficas Arbutoides	<i>Arbutus</i> y otros	Basidiomicetos

Con respecto a las claves del funcionamiento de las micorrizas, se puede decir que las hifas externas del hongo que se desarrollan en el suelo, constituyen un sistema capaz de absorber elementos minerales y agua. Esta red de micelio se extiende varios cm desde la superficie de la raíz, por lo que las hifas actúan como "puentes" que

superan la zona de "agotamiento" en nutrimentos que rodea la raíz. Su función es crítica para la captación de nutrimentos poco móviles. Particularmente fosfato, amonio y algunos micronutrimentos. Las hifas del hongo, en conjunción con otros microorganismos del suelo, contribuyen a la formación de agregados estables necesarios para mantener la calidad del suelo. La colonización interna de las raíces por los hongos micorrizógenos, junto con el aporte de nutrimentos y agua del suelo, que lleva a cabo el micelio externo del hongo simbiote, dan lugar a cambios en la fisiología de la planta hospedadora. Tales cambios permiten que las plantas micorrizadas se desarrollen mejor y respondan a los estreses ambientales de forma diferente que las plantas no micorrizadas.

Importancia de las micorrizas en horto-fruticultura

La presencia y efectividad de las micorrizas en cultivos hortícolas, de plantas ornamentales o de frutales han sido demostradas en diversos estudios experimentales que han sido revisados recientemente. Concretamente, el Cuadro 1 recoge algunos ejemplos significativos de la información disponible sobre las especies de interés en horticultura, fruticultura y floricultura para las cuales se ha demostrado la eficacia de la inoculación con hongos micorrícicos.

Como es sabido, las técnicas más comúnmente empleadas en horto-fruticultura para la propagación de material vegetal, tanto si se parte de semillas, plántulas, esquejes o de injertos, utilizan sustratos de crecimiento que han sido tratados para disminuir, e incluso eliminar, los microorganismos patógenos. En el caso de la micropropagación, el factor esterilidad es, por naturaleza, imprescindible. Es obvio que dichos tratamientos eliminan también a los microorganismos beneficiosos, entre ellos a los hongos formadores de micorrizas. Es de esperar, por tanto, que la inoculación dirigida produzca beneficios en los cultivos citados. Los principales efectos demostrados de la inoculación son: (a) estimulación del enraizamiento y precocidad en el crecimiento de las plántulas; (b) mejora en el enraizamiento de los esquejes; (c) incremento de la supervivencia y beneficios en la aclimatización de plantas micropropagadas; (d) reducción de los requerimientos en fosfato; (e) incremento en la capacidad de resistencia de las plantas al ataque de patógenos (raíz); (f) incremento de la capacidad de resistencia a estreses abióticos; (g) precocidad de floración y fructificación; (h) incremento en la producción de frutos; (i) uniformidad en la producción.

Importancia de las micorrizas arbusculares en revegetación

En cualquier ecosistema terrestre, el equilibrio natural que rige su estabilidad puede ser perturbado por cambios en la actividad de agentes naturales (procesos climáticos, geomorfológicos o paleotectónicos, etc.). Consecuentemente, la estructura, morfología y

diversidad de especies de la vegetación potencial se degrada, proceso concomitante con un deterioro generalizado de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Al degradarse el suelo también ocurre un descenso en el número de propágulos de la microbiota del suelo, de su diversidad y/o de su actividad. Ello se debe a que la planta es la fuerza motriz de la vida microbiana, ya que ésta es la que suministra alimento y energía para los microorganismos. Esto es fundamental dado que muchos de los microorganismos, especialmente los hongos micorrícicos, van a compensar a la planta mediante acciones importantes para su crecimiento y nutrición. El deterioro de los sistemas suelo-planta, en cuanto que afecta a las relaciones planta-microorganismo, desencadena un círculo vicioso de efectos negativos: Si no hay plantas, se degrada la vida microbiana y si no hay propágulos microbianos, los procesos naturales o experimentales de revegetación presentarán problemas para prosperar adecuadamente. Un aspecto clave es considerar a la revegetación como técnica de lucha contra la desertificación.

En la literatura científica relacionada con el estudio de ese proceso dinámico y complejo que es la desertificación, se ha apuntado que, en la Cuenca Mediterránea, y más particularmente en el sudeste ibérico, la estrategia de revegetación más apropiada debe basarse en especies arbustivas, subarbustivas y herbáceas, más que en arbóreas. Se trata por tanto de producir plantas de las distintas especies de la sucesión natural de gran calidad. A ello está prestando atención la industria viverística, reconociéndose cada vez más la necesidad de que la planta que se suministra esté inoculada con microorganismos beneficiosos, entre ellos con hongos micorrícicos para el éxito global de la revegetación. En el Cuadro 2 se recogen algunos ejemplos de especies arbustivas autóctonas de nuestros ecosistemas para las que se ha demostrado la efectividad de la micorrización.

Interacciones microbianas (micorrizas, *Rhizobium*, rizobacterias) como componentes de una estrategia de revegetación. Los microorganismos del suelo pueden ser utilizados como componentes de las estrategias de revegetación para la lucha contra la desertificación. En este sentido se están llevando a cabo programas de investigación de acuerdo con los objetivos siguientes: (1) Lograr la regeneración del suelo, como consecuencia de la restauración de los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes y del desarrollo de la vegetación adecuada (matorral natural) en "unidades-piloto" representativas de un ecosistema mediterráneo semiárido desertificado. (2) Establecer una cobertura vegetal diversificada y estable, de acuerdo con la sucesión natural. (3) Conocer el funcionamiento y dinámica del matorral restaurado que permita el

progreso de la sucesión. (4) Retener el proceso erosivo, como medida de conservación del sistema (suelo-microorganismo-vegetación). (5) Desarrollar una tecnología transferible, aplicable a programas de revegetación, basada en el uso de material vegetal autóctono, producido por macro- y/o micropropagación, con rizosferas/micorrizosferas optimizadas.

En el contexto de dicho programa de revegetación se ha propuesto un desarrollo metodológico que está permitiendo obtener una información importante de esta aplicación práctica de los microorganismos. Las facetas de este estudio son las siguientes:

- * Evaluación del estado inicial del ecosistema: Cubierta vegetal, Propiedades físico-químicas del suelo, Potencial de propágulos microbianos, etc.

- * Aislamiento y selección de: Hongos micorrízicos, *Rhizobium* o Rizobacterias

- * Producción de plántulas con rizosfera/micorrizosfera optimizada ("especies enriquecedoras" pertenecientes a la sucesión)

- * Establecimiento de plántulas en el terreno, siguiendo un diseño apropiado.

- * Seguimiento de los efectos (parámetros):

 - En plantas: supervivencia, desarrollo (brotes, envergadura, etc), contenido en nutrimentos (N15, P32), Relaciones hídricas

 - En suelo: mejora de la estructura, incremento de la fertilidad (materia orgánica, N y P disponible, balance de micronutrimentos), Incremento en el número y diversidad de propágulos microbianos efectivos, etc.

 - En el ecosistema: demografía del matorral

Producción de planta micorrizada

La incorporación de las técnicas de micorrización a los protocolos de producción de planta debe hacerse compatible con los intereses de calidad y económicos de los viveros, procurando alterar mínimamente los sistemas de producción preestablecidos y adaptarse al máximo a ellos. Sin embargo, son muchos los factores que hay que considerar. Por ejemplo: (1) la micorrización debe practicarse al inicio de la formación de raíces tróficas, (2) la inoculación debe adaptarse a las operaciones que impliquen transplante del material vegetal, (3) algunas turbas, componentes habituales de los sustratos de producción, no son permisivas de la micorrización, (4) dosis "agronómicas" de fertilizantes, fundamentalmente fosforados, reducen e incluso eliminan la micorrización; (5) determinados fungicidas antagonizan a los hongos micorrízicos, etc. Por todo lo que antecede es evidente que no resulte del todo factible, en la práctica, adaptar la tecnología de la micorrización a los protocolos preestablecidos por los viveros. Se hace necesario, por tanto, desarrollar una

investigación/experimentación sumamente cuidadosa que permita lograr un compromiso que garantice la calidad de la planta y que ésta, a su vez, alcance un nivel de micorrización tal que, sino el óptimo, si sea suficiente para que, al trasplantarse a suelo de cultivo definitivo, la micorriza se desarrolle extensivamente en el sistema radical y en el suelo rizosférico.

Uno de los aspectos mas críticos para la aplicación de las micorrizas es la selección del hongo más apropiado para cada variedad de planta que se pretende producir micorrizada y ser suministrada así al sector productivo. Aunque se sabe que no hay especificidad estricta en micorrizas, es decir cualquier hongo del orden Glomales puede formar micorriza con las plantas que son susceptibles, la experiencia indica que si existen diversos grados de respuesta de la planta al efecto de hongos diferentes en el desarrollo de la micorriza. En efecto, distintos hongos provocan muy diferentes respuestas, en cuanto a variables experimentales tales como el nivel de establecimiento de los trasplantes, ritmo e intensidad de captación de nutrimentos por la planta, grado de resistencia de ésta a situaciones de estrés (sequía, salinidad, taque de patógenos, etc.), entre otras. De todo lo que antecede se deduce que es perentorio efectuar una selección del ecotipo de hongo "más apropiado" para la variedad de planta y sistema de producción concretos y que beneficie el desarrollo posterior del cultivo, bajo las condiciones edafoclimáticas prevalentes. Se deben seguir, para ella, los llamados criterios de "compatibilidad funcional", considerando las variables experimentales arriba citadas. A este respecto, es importante considerar que deben practicarse aislamientos de hongos micorrícicos en rizosferas de las plantas objeto de estudio, crecidas en cultivos propios del agrosistema o en el ecosistema natural en cuestión. Tales ecotipos nativos deben incluirse en los procesos de selección y, probablemente, sean los mas idóneos para ser los elegidos.

Al ser los hongos formadores de micorrizas arbusculares, microorganismos simbioses obligados, o sea que no pueden multiplicarse en medios de cultivo. Para reproducirse necesitan, ineludiblemente, la presencia de una planta hospedadora ya que solo cuando colonizan las raíces de ésta son capaces de completar su ciclo de vida, es decir de esporular y generar propágulos que puedan transmitir a otras plantas la colonización micorrícica. Las consideraciones anteriores implican que la producción de inóculo de estas micorrizas tiene diversas limitaciones, de un lado, las inherentes a la propia naturaleza del hongo, lo que condiciona la obligatoriedad de contar con la planta para poderlo multiplicar y, de otro, las derivadas de la necesidad de usar un sustrato de crecimiento para la planta que debe permitir una abundante producción de estructuras reproductivas, fundamentalmente esporas y micelio.

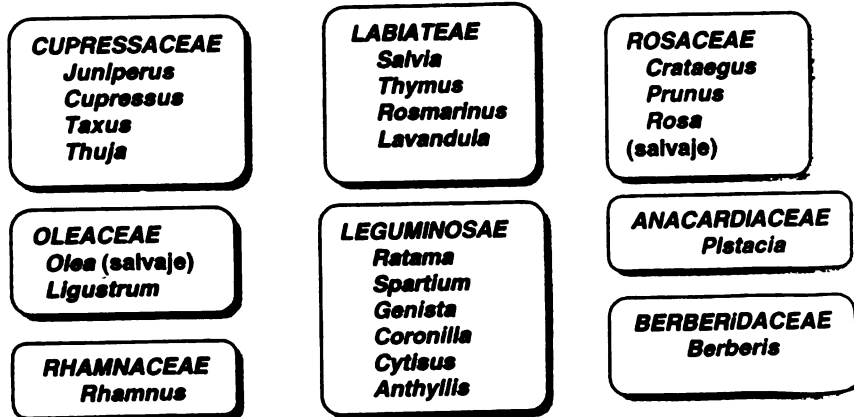
Es obvio que, desde un punto de vista comercial, la clave está en la producción masiva de un inóculo de calidad y de baja densidad. En este contexto, a lo largo de la corta historia de la investigación sobre micorrizas arbusculares, se han propuesto varios procedimientos de obtención y tipos de inóculo, que varían según el sustrato y/o la formulación del inoculante. Básicamente, cabe distinguir los inóculos producidos sobre un sustrato que contiene suelo, donde se pueden conseguir buenas producciones de propágulos, pero que resultan relativamente pesados, y los obtenidos en sustratos que no contienen suelo. En este sentido se han usado materiales diversos como arcillas calcinadas o expandidas, turbas, vermiculita, perlita, "picón" (material de origen volcánico), entre otros. Estos inóculos están siendo actualmente ensayados en colaboración con la industria viverística en el contexto de diversos proyectos. Los resultados obtenidos son alentadores para el futuro de la aplicación biotecnológica de las micorrizas arbusculares.

Referencias

Barea, J. M. y Olivares, J. 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. *In: Agricultura Sostenible* (Ed. R. Jiménez Díaz, R. Lamo de Espinosa). Editorial Mundi Prensa. Madrid. pp. 173-193.

Barea, J. M., Palenzuela, J., Pérez-Solís, E. y Azcón-Aguilar, C. 1999. Micorrizas arbusculares e industrias viverística (horto-fruticultura y revegetación). *In: Micorrización en áreas mediterráneas de la Península Ibérica.* (Eds. F. M. Vázquez, S. Rincón, S. Ramos y E. Doncel) Junta de Extremadura, Badajoz, pp. 53-60.

Cuadro 1. Géneros de plantas arbustivas con micorrizas arbusculares utilizadas en revegetación y recuperación de suelos



Cuadro 2. Cultivos de interés en los que han demostrado su interés las micorrizas arbusculares

<p style="text-align: center;">Cultivos hortícolas</p> <p>Lechuga, cebolla, ajo, apio, esparrago, pimiento, pepino, judías, fresa, tomate, patata, berenjena, calabaza, melón, sandía etc.</p> <p style="text-align: center;">Frutales de regiones templadas</p> <p>Cítricos, manzano, melocotonero, híbrido almendro-melocotonero, peral, kiwi, ciruelo, cerezo, grosellero, almendro, olivo, vid...</p> <p style="text-align: center;">Cultivos tropicales</p> <p>Café, papaya, aguacate, cacao, mandioca, piña, platanera, cocotero, chirimoyo, etc..</p> <p style="text-align: center;">Ornamentales</p> <p>Rosa, lila, verbena, ciclamen, primula, crisantemo geranio, begonia, hortensia, caléndula, etc.</p>

ANÁLISIS PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN EL PROCESO Y EL PRODUCTO DE LOS MATERIALES ORGÁNICOS DEGRADADOS

Jorge D. Etchevers Barra¹

Resumen

La degradación de materiales orgánicos mediante procesos biológicos controlados o composteo, es una actividad que preocupa a gobiernos e individuos conscientes del valor ecológico, económico y social de tal transformación. Sin embargo, este proceso y el producto final requieren de un marco normativo en lo referente a su calidad, que no existe en México. Dado que las políticas ambientales exigirán a corto plazo un aumento creciente en la instalación de plantas de procesamiento de residuos sólidos en las ciudades intermedias y pequeñas, el ámbito del problema pasaría del puramente agrícola al de los expertos en medio ambiente. El marco normativo mexicano por el que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos (NOM-037-FITO-1995) así como otras normas aprobadas o en estudio (la de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal, en preparación) escasamente hacen referencia específica al tema de los materiales orgánicos degradados. Parece urgente establecer, sin esperar a que se legisle, un acuerdo mínimo entre los interesados en la producción y uso de los abonos orgánicos y biológicamente degradados sobre una serie de aspectos relacionados con los ensayos requeridos para asegurar una calidad tanto del proceso como del producto de las transformaciones biológicas de los residuos orgánicos, esto es, proponer atributos tentativos y estándares de los mismos que aseguren a productores y consumidores la inocuidad de ambos. Se considera importante generar recomendaciones en cuanto a procedimientos uniformes de muestreo en el campo y en las plantas de procesamiento, así como métodos estandarizados para la preparación de las muestras (mezclado y submuestreo, secado, molienda y tamizado, remoción de materiales inertes, etc.), para su examen físico (color, olor, densidad aparente, espacio poroso, humedad y capacidad de retención de humedad, conductividad hidráulica, textura, sólidos totales, cenizas) y análisis químico (sales solubles, contenido de nutrimentos, pH, metales pesados, CIC, CE), para medir las propiedades orgánicas y biológicas (relación C/N, C/P, NO₃/NH₄, C/S, actividad enzimática, C orgánico, sustancias húmicas, consumo de oxígeno, evolución de CO₂, reducción de sólidos volátiles y ácidos grasos volátiles, etc.), para controlar la presencia o ausencia de organismos patógenos (*Salmonella*, *E. coli*, coliformes fecales, estreptococos fecales, etc.) y finalmente para establecer la presencia de compuestos orgánicos (dioxinas y furanos, pesticidas organofosforados, policlorinados y compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles). Estas normas y los respectivos análisis que se practiquen deben servir tanto para asegurar la calidad en el proceso de transformación (como por ejemplo la relación C/N) así como la calidad del producto final comercializable (por ejemplo la ausencia de patógenos y metales pesados). En este trabajo se

¹ Especialidad Edafología, Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. E-mail: jetchev@colpos.colpos.mx

discuten en detalle las ideas anteriores y se hacen sugerencias concretas acerca de cómo iniciar este proceso en México.

Introducción

El composteo es la descomposición de los residuos de plantas y de otros organismos que alguna vez tuvieron vida mediante procesos biológicos controlados, que da como resultado una sustancia de aspecto terroso, de color oscuro, con buenas propiedades físicas y excelentes atributos como enmienda orgánica del suelo. En ciertos casos, los materiales compostados pueden emplearse como alimento para los animales, sin embargo, tal aspecto sólo será mencionado en forma tangencial en este escrito.

La degradación de los residuos orgánicos por procesos biológicos es un fenómeno que ha ocurrido desde tiempos muy antiguos. Al inicio esta degradación no fue la consecuencia de un acto voluntario, sino una ocurrencia natural, como producto de la disposición de las basuras del hogar en pilas que se formaban en lugares cercanos a los solares y en los bosques donde los residuos de los árboles (hojas, ramas, etc.) se acumulaban en capas sobre la superficie del suelo. En estos lugares el hombre primitivo debe haber observado que el crecimiento de las plantas era mayor que en aquéllos donde no se habían depositado residuos. Con el paso del tiempo, el producto orgánico del proceso de degradación fue reconocido como una enmienda del suelo y por tanto sometido a estudio, comprendido y de hecho manejado de una manera más eficiente. Un ejemplo típico de lo anterior, es la producción de enmienda orgánica por el proceso llamado Indore, en honor al lugar donde fue desarrollado en la India. Más recientemente la necesidad de controlar los grandes flujos de desechos que genera diariamente la sociedad urbanizada, han vuelto a poner en la óptica de las alternativas tecnológicas estos procesos de degradación biológica controlada. Sin embargo, la cada vez mayor conciencia ecológica de la sociedad, reclama que dichas tecnologías sean compatibles con preceptos como: la sustentabilidad ecológica, la amigabilidad de su uso con el medio y, en general, con las necesidades de la sociedad urbana moderna, demandando estándares y características tanto de los procesos como de productos, los cuales son responsabilidad de cuerpos especializados de los gobiernos. En México, gran parte de esta labor normalizadora está por hacerse.

El problema que genera la cantidad de desechos urbanos que se producen diariamente y el destino del producto final han empezado a preocupar seriamente a las administraciones locales y a los ciudadanos, por los efectos que tiene en el medio ambiente y por los costos de su manejo. Los espacios para rellenos sanitarios se hacen cada vez más escasos y caros y las plantas de tratamiento son insuficientes, de alto costo de establecimiento y no escasas de problemas en cuanto al impacto que causan en el entorno (olores, roedores, etc.)

La necesidad de manejar más eficientemente los desechos urbanos y de la agroindustria es probablemente más urgente que la de manejar los residuos biológicos de producción agrícola tradicional. En el caso de los últimos, el suelo

ha actuado y seguirá actuando como el gran biodigestor. Pero en el caso de los primeros, ha sido necesario hacer esfuerzos especiales para generar tecnologías apropiadas a cada circunstancia y muchas de ellas todavía se encuentran en etapa de desarrollo. Un aspecto muy sensible de estas nuevas tecnologías es que tanto los procesos envueltos como los productos generados es que deben cumplirse estrictas normas de calidad, que ya han sido desarrolladas en los países económicamente más avanzados con la participación de las instancias administrativas nacionales y locales responsables de este tipo de problema, así como de individuos conscientes de los problemas del medio ambiente. En estos países estas últimas han impulsado iniciativas no sólo a nivel administrativo de comunidades, sino incluso a nivel de hogar, para compostar residuos urbanos e industriales, de jardines y domésticos (en patios y aún dentro de las casas), ya sea directamente o con participación de lombrices (vermicomposteo). En México recién se comienza a trabajar en estos aspectos, aún con un gran sesgo hacia las implicaciones agrícolas de procesos y productos.

Los productos generados por las actividades de degradación en gran escala (industrial, ciudades) y los que se generan a nivel domiciliario, son útiles como mejoradores o enmienda del suelo, siempre que cumplan con ciertas normas mínimas de calidad, que aseguren que están libres de contaminantes, patógenos y sustancias que pudiesen deteriorar la calidad del ambiente en general. Como ya se mencionó ciertos procesos de degradación de residuos comienzan a utilizarse como alimento para los animales.

Es preciso resaltar que el producto de la transformación biológica controlada de los desechos orgánicos, cuando es aplicado al suelo debería ser llamado enmienda orgánica y no fertilizante orgánico o biofertilizante, por sus características particulares y para diferenciarlos claramente de los fertilizantes sintéticos inorgánicos u orgánicos. Es un producto único. Tal diferenciación y definición parece urgente, con el propósito de evitar que se apliquen a estos productos las normatividades establecidas específicamente para regular a los primeros. El uso indiscriminado de la expresión *fertilizantes orgánicos* o *biofertilizante* va, sin duda, a acarrear más problemas que beneficios al sector interesado en estas materias. En Estados Unidos ya hay serios esfuerzos en este sentido, en especial los que realiza el U.S. Composting Council. Esta organización, constituida por científicos, tecnólogos y ciudadanos preocupados del problema de los desechos orgánicos, su transformación y uso, participa activamente en investigación, educación al público, establecimiento de estándares tanto del composteo como de las compostas y, en particular, en aspectos relacionados con la comercialización de los mismos.

En este trabajo nos abocaremos específicamente a los aspectos referentes a los atributos y estándares propuestos para el proceso y el producto final de la degradación biológica controlada de los desechos orgánicos.

Frente a la ausencia de normas relacionadas con el proceso de composteo, es necesario definir una serie de variables que sirvan de indicadores para que el

proceso se lleve a cabo con eficiencia, bajo costo y sin causar problemas al entorno, así como que aseguren la calidad del producto final. Estas variables deben ser fácilmente medibles y específicas en función del uso de este último, ya sea como enmienda orgánica del suelo o como producto destinado a la alimentación animal.

Como es fácil comprender, la medición de estas variables requiere, en muchas circunstancias la recolección de muestras, su preparación para el análisis y finalmente la medición de un atributo o característica, lo cual debe ser hecho mediante procedimientos estandarizados para que los resultados de tales mediciones tengan significado y sean comparables entre si. Tal cuerpo de normas no existe en México y debe ser preparado.

El esfuerzo normativo indicado tiene que basarse en información ya existente y no debe partir del supuesto que no se sabe nada al respecto. Es posible emplear los avances realizados por instancias como la ASTM, la AOAC, la EPA, la ASA-SSSA y numerosas universidades y organismos especializados, como el mencionado US Composting Council, cuyas propuestas y metodologías han sido vertidas en manuales de procedimientos y métodos que, por lo general, fueron desarrollados para analizar otro tipo de materiales y adaptados con posterioridad a los desechos orgánicos biológicamente degradados.

Atributos de las compostas

Con el propósito de desarrollar un mercado estable y de largo plazo, es preciso definir una serie de atributos que deberían cumplir los materiales orgánicos de desecho, para asegurar que lo que se adquiere y se aplica, cumple con valores mínimos o máximos de ciertas características establecidos para éstos. En este trabajo no se proponen esos valores, sólo se enumeran algunos atributos que expertos en la materia en otras latitudes ya han sugeridos como útiles. Atributos que son propuestos y que deberían ser aceptados como características finales del producto son:

- pH
- Contenido de sales solubles (conductividad eléctrica)
- Contenido de nutrimentos (N, P y K)
- Capacidad de retención de agua
- Densidad aparente
- Contenido de humedad
- Contenido de materia orgánica (carbono orgánico)
- Tamaño de partículas y textura
- Estabilidad
- Respuesta de las plantas a su aplicación (efectividad biológica)
- Elementos trazas
- Materiales inertes hechos por el hombre
- Patógenos y semillas de malezas

Colección de muestras y preparación

La definición de los atributos anteriores, así como otras características que se mencionan más adelante, requiere de la estandarización de algunos pasos para que los resultados que se generen en distintas localidades y tiempos sean comparables entre sí. A continuación se listan algunos temas que requieren atención:

- Principios y práctica de recolección de muestras para control y cumplimiento de normas
 - muestreo de pilas
 - muestreo de perchas
- Control de las muestras (custodia)
- Homogeneización y subdivisión de las muestras
- Tamizado de las muestras
- Contabilización, remoción y clasificación de materiales inertes hechos por el hombre
- Molienda de las muestras
- Almacenamiento de las muestras preparadas.

Una vez que las muestras han sido preparadas, es preciso someterlas a análisis de diferente tipo: exámenes de características físicas, de propiedades químicas, de propiedades biológicas y orgánicas, presencia de patógenos y contaminantes orgánicos. Algunas de estas pruebas a las que debe someterse el material compostado, o a compostar, tiene por objetivo satisfacer la información requerida sobre los atributos de los materiales y otras se requieren para su caracterización o para asegurar la eficiencia de los procesos. Por ejemplo, es necesario definir: (a) los contenidos de carbono y nitrógeno, para calcular la relación C/N y decidir sobre su ajuste ya sea antes o durante el proceso de degradación; (b) los porcentajes de humedad de los varios materiales que se van a mezclar para ajustar la humedad de la mezcla inicial y garantizar un compostado óptimo; (c) el tamaño de las partículas y la densidad aparente de la mezcla, ya que la descomposición ocurre de manera principal en o cerca de la superficie de éstas, donde la difusión de oxígeno en la película de agua que rodea a la partícula es adecuada para el metabolismo aeróbico, ya que se sabe que si las partículas son mayores de 1 mm el oxígeno puede no difundir hasta el centro de ésta; (d) los contenidos de lignina, ya que se sabe que la lignina es particularmente difícil de degradar y reduce la biodisponibilidad de otros componentes de la pared celular, (e) el pH de la mezcla, pues se sabe que éste es óptimo para los microorganismos responsables de la degradación cuando se encuentra entre 5.5 y 8.5; en el rango neutro y ligeramente alcalino funcionan bien las bacterias, que van liberando ácidos orgánicos, que a su vez favorecen el crecimiento de los hongos, responsables de la descomposición de la lignina y la celulosa; (f) el adecuado balance de P, K y otros elementos esenciales para el metabolismo microbiano, y varias pruebas más.

Examen físico de los materiales

Por las razones indicadas más arriba es necesario contar con una batería de pruebas físicas que permitan, por un lado, conducir el proceso de degradación de una manera óptima y por otro lado, asegurar la calidad del producto. A

continuación se lista una serie de variables para las cuales se debería de disponer de métodos estandarizados:

- Capacidad de aireación
 - densidad aparente
 - espacio poroso y porosidad
- Porcentaje de humedad
- Capacidad de retención de humedad
- Conductividad hidráulica
- Drenaje
- infiltración
- Permeabilidad
- Residuos de vidrio, de metal, de plástico
- Textura
- Sólidos totales y cenizas
- Olor
- Color

Análisis Químicos

Entre los análisis químicos sugeridos para los propósitos señalados se encuentran:

- Indices agrícolas
- Capacidad de intercambio de cationes de los suelos enmendados con composta
- Conductividad eléctrica (sales solubles)
- Metales pesados (Ag, Cd, Cu, Cr, Pb, Hg, Ni, Mo, Se, Zn)
- Reacción (pH de la pasta y del extracto de saturación)
- Nitrógeno (kjeldahl, nitratos, amonio)
- Contenido de otros nutrimentos esenciales para el crecimiento de las plantas (P, K, Mg, Ca, S, Na, B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn)
- Otros elementos (Al, Sb, Ba, Be, As, Th y cianuros).

Propiedades orgánicas y biológicas

La mayoría de las pruebas que se listan en esta sección están más relacionadas con características que deben medirse en los materiales que se van a compostar, pero algunas pocas tienen que ver con aspectos de la calidad de los productos compostados, como es el caso de los ácidos húmicos y fúlvicos. Las propiedades orgánicas y biológicas que se requieren de una definición de métodos de medida se encuentran las siguientes:

- Sólidos volátiles biodegradables
- Relaciones indicadoras
 - C/N
 - C/P
 - NH₄/NO₃
 - C/S
- Actividad enzimática
 - fosfatasas
 - deshidrogenasas
 - proteasas

celulasas

peroxidasas

-Respirometría

tasa de absorción de oxígeno

tasa de evolución de CO₂

-Acidos grasos volátiles

-Carbono orgánico (materia orgánica)

-Substancias húmicas

ácidos húmicos

ácidos fúlvicos

Patógenos

La calidad sanitaria de los productos que se expendan o se apliquen a los suelos debe estar garantizada. Para ello es necesario analizar los productos para identificar la presencia y abundancia, en caso positivo, de microorganismos que se juzgan con potencial patogénico para seres vivos y plantas. Entre los organismos que se propone que sean examinados se tienen los siguientes:

- *Escherichia coli*

- *Salmonella*

-Bacterias coliformes fecales

-Estreptococos fecales

-Coliformes totales

-Hongos y levaduras

-*Ascaris ova*

-*Aspergillus fumigatus*

-Enterococos

-*Cryptosporidium*

-*Giardia lamblia*

-*Campylobacter jejuni*

Contaminantes orgánicos

Finalmente se propone una lista de productos orgánicos contaminantes que deberían ser analizados en los productos finales y para los cuales es necesario definir metodologías adecuadas. Estos compuestos son más susceptibles de mostrarse en aquellos casos en que se procesen residuos urbanos o restos de orgánicos de agroindustrias alimenticias y forestales

-Herbicidas clorados

-Pesticidas organoclorados

-Pesticidas organofosforados

-Bifeniles policlorados

-Compuestos orgánicos semivolátiles

-Compuestos orgánicos volátiles

La decisión de pasar de la fase de propuesta enumerativa de atributos y características, a la formación de comisiones de trabajo con participación de oficiales de gobierno responsables de estas áreas, de personeros del sector privado que tengan inversiones en plantas de procesamiento, de académicos y de

ciudadanos interesados en esta materia, pudiese servir para sentar bases sólidas para el desarrollo de una actividad como es la transformación biológica controlada de desechos orgánicos de origen vegetal y animal, contribuiría enormemente a generar confianza en la sociedad con relación al uso de tales materias. Del mismo modo, se aceleraría la incorporación de medidas de control que toda sociedad responsable debe brindarse. El que el proceso normativo surgiese como una inquietud de la base y no una imposición de la autoridad, aseguraría la adopción de las medidas y de las normas que se fuesen proponiendo, lo cual sin duda debería hacerse de manera paulatina. Simultáneamente, el funcionamiento de tales comisiones permitiría la retroalimentación, de la cual surgirían recomendaciones específicas para la modificación oportuna de aquellas medidas que se juzguen improductivas.

Referencias Consultadas

- Cornell Composting. 1999. Cornell composting science and engineering. <http://www.cfe.cornell.edu/compost> (septiembre 1999)
- Departamento del Distrito Federal. 1976. Manual de operación laboratorio. Planta industrializadora de desechos sólidos. México, D. F.
- SARH. 1997. Norma oficial mexicana NOM-037-FITO-1995 por la que se establecen especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. Diario Oficial de Federación del 23 de Abril de 1997.
- SARH. 1997. Norma oficial mexicana NOM-037-FITO-1995 por la que se establecen especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. Diario Oficial de Federación del 23 de Abril de 1997.
- Henry, C. L., and R. B. Harrison. 1996. Carbon fractions in compost and compost maturity, pp. 51-67. In: F. R. Magdoff, M. A. Tabatabai, and E. A. Hanlon, Jr. Soil organic matter: Analysis and interpretation. SSSA Special Publication Number 46. Soil Science Society of América, Madison, Wisconsin.
- Johnson, E. 1997. A composting introduction. http://indra.com/~topsoil/Intro_to_Compost.html.
- SARH. 1997. Norma oficial mexicana NOM-037-FITO-1995 por la que se establecen especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. Diario Oficial de la Federación del 23 de Abril de 1997.
- The United States Composting Council. 1999. Test for the examination of composting and compost. <http://compostingcouncil.org/tmecc> (agosto 1999).
- The United States Composting Council. 1999. Composting questions and answers. <http://compostingcouncil.org/tmecc> (agosto 1999).

BIOFERTILIZACION CON ALGAS MARINAS (ALGAS-ENZIMAS)

Canales López Benito¹

Es amplia la literatura que trata sobre el uso de algas marinas y sus derivados en la agricultura y son muchos los países que siguen esta práctica pues los resultados en rendimientos y calidad de las cosechas son muy satisfactorios. Al aplicar extractos de algas marinas foliarmente y/o al suelo, los cambios que presentan en las plantas, vigorizándolas, se deben principalmente a la acción y efecto de los nutrimentos y los reguladores de crecimiento de las plantas que las algas marinas contienen. Por siglos, las algas marinas se han usado como abono de suelos en superficies cercanas a las playas y costas donde se recolectan (20 a 30 t ha⁻¹). El uso de los extractos y otros derivados de algas marinas en la agricultura es relativamente reciente, unos 50 años y, por sus bajas dosis, permite usarlos en áreas distantes al mar. Las algas marinas se aplican en la agricultura sin procesar o en forma de harina, de extractos, de polvos solubles y últimamente, como polvo coloidal.

En estudios hechos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), y en pruebas de campo establecidas con agricultores cooperantes, se han alcanzado rendimientos extras de 1 a 3 t ha⁻¹ de maíz, trigo y arroz, cuando se les aplica 1 L ha⁻¹ de ALGAENZIMS^{MR}, extracto de algas marinas hecho en México. México cuenta con extensos litorales con plataforma marina donde proliferan las algas marinas, aunque no se ha hecho un estudio generalizado del rendimiento anual de algas; por las cantidades que el mar arroja a los litorales mexicanos y que ahí se pudren, es muy probable que haya suficiente materia prima para tratar las 12'000,000 de hectáreas que México tiene de riego y buen temporal. De organizarnos para llevar a cabo esta práctica, es factible, desde el punto de vista agronómico, que al aplicar la técnica propuesta y con la misma superficie ya en cultivo, México incremente el rendimiento de los cultivos ha⁻¹ con bajo costo, deje de importar básicos (el año pasado importó 13.4 millones de toneladas) y, como efecto secundario, los suelos se mejoren o rehabiliten.

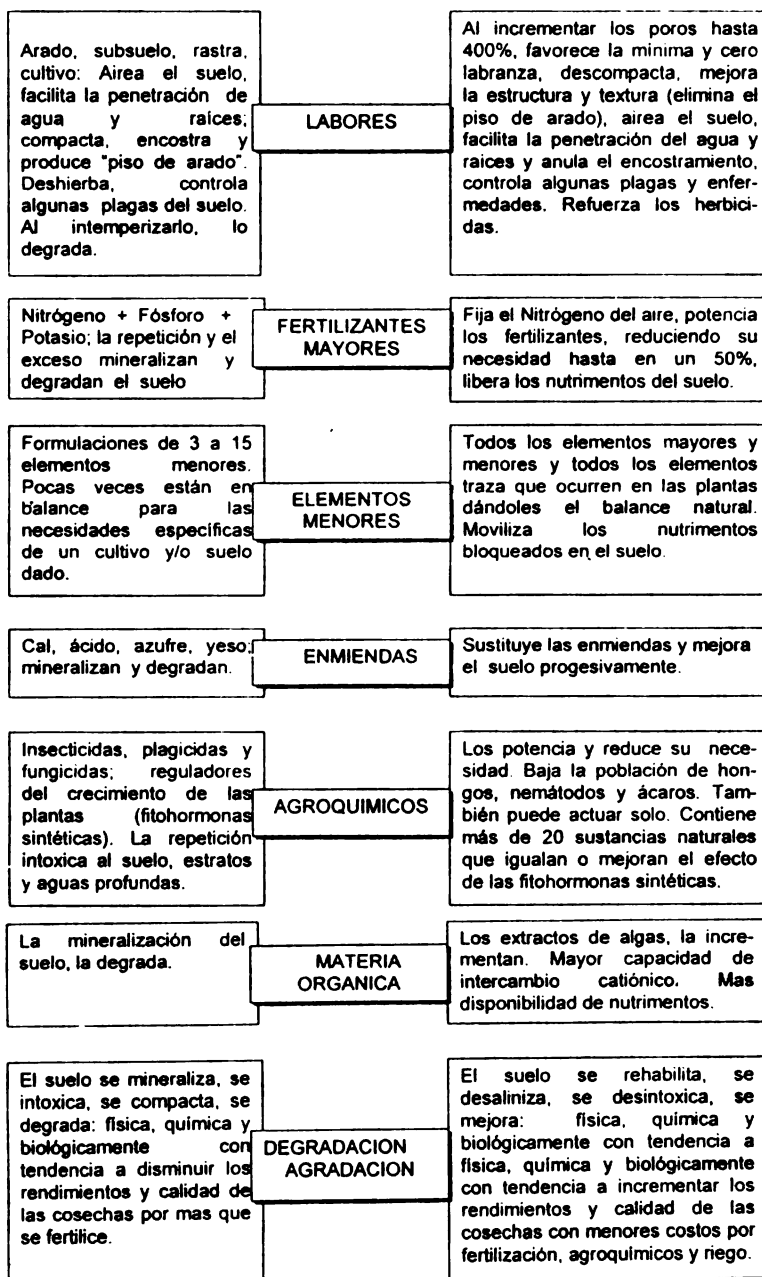
Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo (Diagrama 1) y vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y mejorando la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países del mundo y a medida que esta cultura se extienda, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos que tanto daño han causado al medio ambiente incluyendo suelos y aguas subterráneas y, como producto orgánico, forma parte de la disciplina de la agricultura sustentable.

Al llevarse debidamente el proceso de elaboración de los extractos de algas marinas, los microorganismos que contienen, especialmente microalgas cianofitas, se propagan donde se aplican, potenciando su acción y efectos,

¹ Investigador de Palau Bioquim, S.A. de C.V. Tel. 01(84) 12 80 82, 12 40 22 Fax (84) 14 31 63, 01 800 7184256, e-mail palaubio@mcsa.net. Ramos Arizpe 601 Altos, Colonia Centro, Saltillo, Coah., C.P. 25000

consecuentemente, da lugar a reducir la dosis de aplicación. Su acción y efecto es de muy amplio espectro (Diagrama 2).

<p>AGRICULTURA CONVENCIONAL Enriquece al padre y empobrece al hijo. Mineraliza, compacta, contamina, intoxica, degrada</p>	<p>Con ALGAS MARINAS y/o SUS DERIVADOS Enriquece al padre y enriquece al hijo. Va con la agricultura orgánica y sustentable. Es ecológico.</p>
--	--



¿QUÉ INUTILIZAREMOS PRIMERO?
 ¿EL AGUA O EL SUELO?

MEJORAMIENTO (RECUPERACION) DE
 SUELOS, AGUA Y MEDIO AMBIENTE

Diagrama 1

LAS ALGAS MARINAS Y/O SUS DERIVADOS

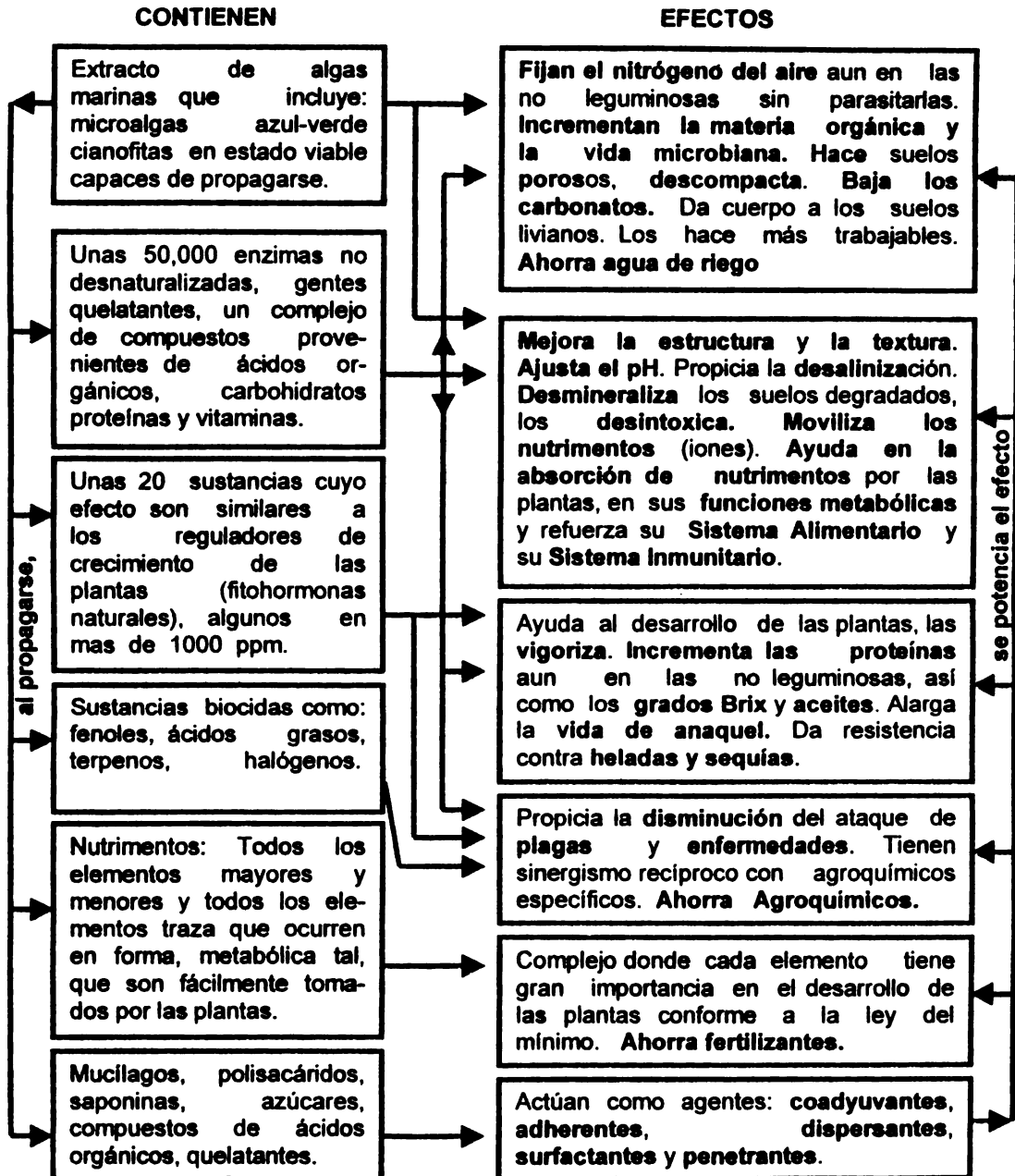


Diagrama 2

El incremento en las cosechas y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y o sus derivados en la agricultura, se debe a que las algas marinas contienen la totalidad de los elementos mayores, elementos menores y elementos traza que ocurren en las plantas, también se reportan 27 sustancias naturales con efectos reguladores de crecimiento de las plantas, además de agentes quelatantes como ácidos alginicos, ácidos fúlvicos y manitol; vitaminas y sustancias biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas. También se considera la participación de las cianofitas, microalgas azul-verdes que fijan nitrógeno de la atmósfera, y de las enzimas que las mismas algas sintetizan.

Al incinerar las algas, queda un residuo de cenizas 5 ó 6 veces mayor que la que dejan las plantas; consecuentemente, tienen más metabolitos y, por lo tanto, más enzimas. Esta es la razón del porqué, al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se aporta un complejo enzimático diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas y en el suelo. La aplicación foliar de extractos de algas marinas aporta enzimas que refuerzan el sistema inmunitario y alimentario de las plantas y activan sus funciones fisiológicas, proporcionando más defensas, más nutrición y más vigor.

Resultados de la aplicación de algas marinas

El Instituto Internacional para la Investigación del Arroz (IRRI), sito en Filipinas, reporta que las cianofitas aplicadas por biofertilización o algilización en el cultivo de arroz, dan un incremento de nitrógeno en el suelo de 30 kg ha⁻¹ y hasta 100 kg ha⁻¹ cuando la aplicación se sucede por años.

En cuanto al mejoramiento de la calidad de los productos, en la UAAAN se reporta incremento del contenido proteico de trigo (12% a 14.5%), cebada (12% a 18%), cilantro (22% a 24%); mientras que en el ITESM, en tubérculo de papa (4% a 11%) y en la Universidad de Natal, Sud Africa, en trigo (12% a 19%).

Los extractos de algas marinas pueden aplicarse al suelo y/o al follaje, mientras que los polvos coloidales son inoculados en seco a las semillas y la harina, directamente al suelo. Cabe mencionar que el polvo coloidal es útil en los cultivos de temporal, toda vez que no se acarrea agua para aplicarlo. Las respuestas a la aplicación de Algaezims se presentan en los Cuadros 1, 2 y 3.

Conclusiones

Aun cuando el conocimiento de la acción y efectos de la aplicación de las algas marinas y sus derivados en la agricultura mexicana es incipiente, los experimentos y pruebas de campo dan resultados fehacientes para demostrar que ya es tiempo de llevar esta disciplina a nivel comercial, práctica ya en uso en diversos países. En México, su estudio inicio hace 20 años y desde hace 10 años se produce en forma comercial.

El uso de las algas en la agricultura es una alternativa para mejorar condiciones de vida en el campo que posibilita, con el tiempo, dejar de importar básicos, no contaminar, mejorar el ambiente y producir alimentos sanos.

Las algas marinas y sus derivados incrementan los rendimientos desde el primer año de aplicación a bajo costo mejorando la calidad de los productos cosechados y el suelo.

Cuadro 1. Resultados de experimentos realizados en el Centro de investigación Química Aplicada (CIQA), con intervención de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

DOSIS/ha ALGAENZIMS	SIN AE	CON AE	SIN AE	CON AE	Incremento (%)
	SIN AC 100% L 75% F 100% A t ha ⁻¹ (Testigo)	SIN AC 100% L 75% F 100% A t ha ⁻¹	CON AC CERO L 100% F 60% A t ha ⁻¹ (Testigo)	CON AC CON AC CERO L 75% F 60% A t ha ⁻¹	
		Trigo var. Galvez			
1 L ha ⁻¹ follar + 1 L ha ⁻¹ suelo	3.4	4.9			44
Polvo coloidal (700 g ha ⁻¹)	3.4	4.9			44
		Maíz Forraje cv. Asgrow			
1 L ha ⁻¹	62	82	88	92	32,42,48
Polvo coloidal (700 g ha ⁻¹)	62	84	88	90	35, 42,45
100 kg ha ⁻¹ de Harina	62	83	88	92	34, 42, 48
500 kg ha ⁻¹ de Harina	62	73	88	101	18, 42, 63

AE, Algaenzims; AC, Acolchado; L, Labranza; F, Fertilizante; A, Agua. Ahorro: F, 25%, A, 40%. Rendimiento, 63% más. Fertilización 100%, 140-60-00 ha⁻¹; 75%, 104.7-45-00 ha⁻¹. El valor del 25% de fertilizante es el valor de ALGAENZIMS^{MR} (1L ha⁻¹ o 700 g ha⁻¹ de polvo coloidal).

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de Algaenzims en el rendimiento de diferentes cultivos en Honduras (1998 – 1999.)

CULTIVO	ALGAENZIMS (dosis ha ⁻¹)	Rendimiento (Bushels/manzana)	INCREMENTO	Ref.
		MANZANA		
Arroz	1 L ha ⁻¹ F	155.8 a 186	31.8 = 20%	(1)
Sorgo	1 L ha ⁻¹ F	88.4 a 121	326 = 37%	(2)
Maíz	1 L ha ⁻¹ F	110 a 131	21 = 21%	(3)

(1) Juan Valladares, Finca Vallagui, Mpio. de Olancho, Honduras; (2) y (3) Hermanos Aparicio, Finca Las Acacias, Mpio. de Quimistán, Honduras.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de Algaenzims en el rendimiento de diferentes cultivos en México

CULTIVO	ALGAENZIMS ^{MR} (dosis/ha)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Incremento	Ref.
<i>Experimentos en tesis profesionales</i>				
Trigo var. AN Tongo	1 L ha ⁻¹ Suelo 0.5 L ha ⁻¹ Foliar	4.1 a 5.9	1.8 = 44%	(1)
Chile Serrano	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	10 a 15	5 = 50%	(2)
Cilantro	2 L ha ⁻¹ S 2 L ha ⁻¹ F	26 a 32.3	6.3 = 24%	(3)
Tomate de Cáscara cv. Imperial	2 L ha ⁻¹ S 1.2 L ha ⁻¹ F	16.2 a 28.9	12.7 = 78%	(4)
Papa var. Alfa	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	50.9 a 62.9	12 = 23%	(5)
<i>Prueba de campo con agricultores cooperantes</i>				
Trigo var. Aconchi	1 L ha ⁻¹ S	4.0 a 7.2	3.2 = 80	(6)
Maíz Pioneer	1 L ha ⁻¹ F	6.0 a 10.4	4.4 = 73%	(7)
Maíz Dekalb	1 L ha ⁻¹ F	5.6 a 9.7	4.1 = 73%	(8)
Maíz de temporal criollo Catalán, sin fertilizar	1 L ha ⁻¹ F	1.5 a 3.5	2 = 133%	(9)
Arroz	1 L ha ⁻¹ F	3 a 6	3 = 50%	(9)
Algodón var. Delta Pine 5415	1 L ha ⁻¹ F	2 a 3.4	1.4 = 66%	(8)
Tomate var. Rome	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	55 a 80	25 = 45%	(10)
Papa var. Premier	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	48 a 53	5 = 13%	(11)
Caña de azúcar Nco-310 (Trisoca)	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	69 a 114	45 = 66%	(12)
Frijol (pinto)	1 L ha ⁻¹ F	0.8 a 2.3	1.5 = 187%	(13)

(1) Herrera, A.J.A., 1995, Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro», (UAAAN). (2) Soriano, G.F., 1992, UAAAN, terminación por helada. (3) Tinajero, R.F., 1992, UAAAN. (4) Flores, F. G., 1997, UAAAN. (5) Talamás, H.E., 1997, UAAAN. (6) Ing. Francisco Javier Hernández 1994, Navojoa, Son., tel (142)21506. (7) M. Martínez G., 1997, Ejido Benito Juárez, Concordia, Chis. Bufete: Servicios Agropecuarios Frailescanos, S.A. de C.V., Villa Flores, Chis., tel (965) 20239. (8) Ing. Roberto Morales, 1997, Culiacán, Sin., tel (67) 146321. (9) Unión de Ejidos «Alfredo V. Bonfil», 1996, Villa Isla, Ver., tel (462) 41296. (10) M. Aguilera C., 1995, Navojoa, Son., tel 142 23139. (11) Ing. A. López Recio, 1995, Saltillo, Coah., tel (84) 163273. (12) Sres. Saenz Couret. Ing. Carlos Míxquez. 1997. Depto. Técnico del Ingenio «Aarón Saenz», Xicotencatl, Tamps., tel (123) 50222. (13) Ing. Raymundo Juárez Leos (1998) Tepic, Nay., Tel. (132) 168231.

Referencias

- Albert, R.A. (1956). Enzyme Kinetics. Advance Enzymology. 17:1-64.
- Blaine Metting, William J. Zimmerman, Ian Crouch and Johannes van Staden (1990). Agronomic Uses of Seaweed and Microalgae. Introduction to Applied Phycology. pp.589-627. Ed. bv. The Hague, The Netherland (1990).
- Bose, P., Singh-Hagpal, V., Venkataraman, G.S., Goyal, S.K. (1970). Solubilisation of Tricalcium Phosphate by Blue-green Algae, Current Science 1971 (7): 165-166.
- Bluden, G: (1973). Effects of Liquid Seaweed Extracts as Fertilizers. Proc. Seventh International Seaweed Symposium. In ref. 3. School of Pharmacy, Polytecnic, Park Road, Portsmouth, Hants, England.
- Burns, R. G. (1978). Soil Enzymes. Ed. R. G. Burns. Academic Press, London, New York, San Francisco (1978).

- Canales López, Benito (1997). Las Algas en la Agricultura Orgánica. Editado por el Consejo Editorial del Estado de Coahuila. (1997). 323 páginas.
- Crouch and J. van Staden 1992. Evidence of the Presence of Plant Growth Regulators in Commercial Seaweed Products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. Printed in Netherlands (1993).
- Fox, Bryan A. and Cameron, Allan G. (1961). Food Science, Nutrition and Health. Six Edition. Ed. Edward Arnold, a division of Hodder Headline PLC, 338 Euston Road, London NW1 3BH (1995).
- Kluger Ronald (1984). The Mechanistic Bases of Enzyme Catalyst. Enzyme Chemistry. Ed. Coling J. Sucking, Chapman and Hall, London, New York, 1984, p. 8 y 11.
- López D.A., Williams, R. M., Miehlike, K. Mazana, J. (1994). Enzimas, Fuente de Vida. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF), 1+822 Monticelo Place, Evanston, Illinois 60201 - 1748. Imprenta Weber Offset GmbH. D 80993 Munich. Ed. en español, Edika Med, S.L. C/San Salvador 63-65. 08024 Barcelona, España. (1994).
- Manners, J. G. (1994). Introducción a la Fitopatología. Cambridge University Press. Edición en Español. Editorial Limusa, S. A. de C. V., Grupo Noriega Editores. Balderas 95, México, D.F., C.P. 06040. México (1994).
- Martínez Lozano, Salomón Javier, 1995. Efecto de un Extracto de Algas y Varios Fitoreguladores sobre el Cultivo de Papa (*Solanum Tuberosum* L. var. *gigant*). Tesis Doctoral. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).
- Nelson, W.R. y J. van Standen(1985). Effects of Seaweed Concentrate on Growth of Wheat. NV/CSIR Research Unit for Plant Growth, and Development. Department of Botany, Univ. of Natal, P.O. Box 3200 South Africa. Editor Suid Afrikanse Tydskrif vir Wetenskap, Vol. 82(1986)p. 199.
- Porter (1965). Enzymes. Agricultural Research Service, USDA., Fort Collins, Colorado. P. 1536-1539.
- Ray, T.B., Peters, G.A., Toia R.E. Jr., and Mayne, B.C. 1978. *Azolla-Anabaena* relationship.VII. Distribution of ammonia-assimilating enzymes, protein, and chlorophyll between host and symbiont. *Pl. Physiol.* 62:463-467.
- Reiner, J.M. (1959) Behavior of Enzyme System. Burgess Publishing Co. Mineapolis, USA (1959).
- Reyes Rios Dora María (1993) Efecto de Algas Marinas y Acidos Húmicos en un suelo Arcilloso y otro Arenoso. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México (1993).
- Rosenberg Karl y Solórzano del Río, Héctor (1991). Enzimterapia. Ed. Asociación Internacional de Investigaciones Enzimáticas, A.C.(1991) p.p. 22, 26, 17, 81.
- Senn, T L. (1987) Seaweed and plant Growth (1987). Traducido al Español por Canales López Benito. Crecimiento de Alga y Planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA. (1994).
- Schütte, Karl H. La Biología de los Microelementos y su Función en la Alimentación (1966). Ed. Crosby Lockwood and Son Ltd., Londres. Edición en español: Editorial Tecnos, S.A., calle O'Donnell, 27 Teléfono 2 25 61 92 Madrid (9). Núm. Rgtr. 8,908-65. Depósito legal: M. 5, 587 (1966).
- Small, William L. y Green. Edna R. BIOLOGY Ed. (1968) Silver Burdett Co., USA. Editado en español por Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., México, vigésima segunda edición (1992)
- Trevor Palmer (1991) Understanthing ENZYMES. Ed. Printece Hall/Ellis Horwood, Campus 400, Manglands Avenue. Hemel Hempsted, Hertfordshire, HPE 7EZ (1995). Printed and bound in Great Britain by Hartnolls, Bodmin, Cornwall.
- Wrba, Henrich y Pecher, Otto. (1996). Sustancias del futuro, Refuerzo del Sistema Inmunitario con Enzimoterapia Ed.
- Watanabe and Berja 1983. The Growth of Four Species of *Azollae* as Affected by Temperature. *Aquat Bot* 15 175-1785
- Weber Offset GmbH D 80993 Munich Edicion en español Ed Edika Med S.L. C/ San Salvador , 63-65 08024 Barcelona. Esp (1996)

EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS SUELOS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Francisco Martínez Rodríguez y Bernardo J. Calero Martín¹

Resumen

El aumento de la fertilidad de los suelos está ligada a la obtención permanente de cosechas de calidad y altos rendimientos, esto no sólo se logra elevando la fertilidad potencial del suelo, es decir, sus reservas orgánicas, sino también elevando la capacidad de entregar elementos nutritivos a la planta, lo que puede entenderse como la fertilidad real o efectiva.

Resulta una tesis acabada que la materia orgánica y particularmente el humus presente en los suelos, además de resultar el sostén básico para la vida presente en este medio, define en última instancia la fertilidad del mismo. Es por esta razón que se insiste cada día en aplicar prácticas agrícolas y métodos de cultivo adecuados para establecer, mantener o elevar la cantidad y la calidad del humus como vía para lograr mejores cosechas y elevar la fertilidad actual y el potencial de los suelos.

El humus le confiere al suelo propiedades físicas y químicas particulares como es su papel estructurante, siendo en gran medida responsable de la friabilidad, porosidad y baja densidad de los horizontes superiores, determina el color de los mismos lo cual influye en su régimen térmico, es fuente directa de nutrientes para las plantas y evita mediante su capacidad reactiva la pérdida de ellos por lavado o por la formación de compuestos insolubles, es una de las principales fuentes de energía para los microorganismos del suelo, posee actividad estimuladora del crecimiento vegetal. De lo anterior se deriva que la degradación del humus está aparejado de un empobrecimiento considerable de un conjunto de propiedades del suelo que concluyen con la pérdida de su fertilidad. Esto obliga a la implementación de procesos efectivos que aseguren su conservación, y en muchos casos el aumento de sus reservas.

Las reservas nutricionales presentes en la materia orgánica sólo se toman accesibles luego de su transformación por parte de los microorganismos presentes. de ahí que su mineralización y conservación dependan en última instancia de la dirección e intensidad de los procesos microbiológicos en el suelo.

El uso indiscriminado de sistemas de tratamientos químicos y manejos de suelos en la agricultura contemporánea, con el objetivo primario de elevar los rendimientos de las cosechas, ha provocado cambios sustanciales en las

¹ Instituto de Suelos. República de Cuba

condiciones de vida de la microflora edáfica, lo que se traduce en una destrucción de las asociaciones microbianas normales y en cambios en su actividad funcional y bioquímica. El fenómeno resultante de estas alteraciones ecológicas es la degradación paulatina de la fertilidad de los suelos y la contaminación del ambiente incluyendo la obtención de productos cada vez con menor calidad para su consumo.

El cultivo intensivo de los suelos no debe basarse en el incremento sucesivo de los fertilizantes y otros medios químicos ni en la utilización de métodos intensivos de laboreo mecánico sino que debe atenderse con actividades agrotecnológicas que aseguren que los procesos biológicos estén dirigidos a elevar la fertilidad, a elevar la calidad en la producción, a disminuir la contaminación del suelo, etc..

Para monitorear la evolución de la materia orgánica del suelo pueden usarse indicadores biológicos, bioquímicos, contenido y calidad de la materia orgánica, composición de los aportes orgánicos que recibe el suelo así como frecuencia y momento de aplicación entre otros, lo que permite establecer las cargas antropogénicas permisibles sin alterar la "capacidad buffer ecológica del suelo" que se entiende como la capacidad del mismo de conservar sus principales características funcionales durante la acción de agrotecnologías intensivas.

En tal sentido, nuestra experiencia permite recomendar acciones que deben ser consideradas para evitar el proceso de degradación y la pérdida de calidad en las reservas orgánicas de los suelos en la agricultura actual, considerando un sistema integrado de manejo agrícola que incluye elementos de labranza, fertilización, rotación de cultivos, sistemas de conservación, etc. Dentro de este complejo contexto, se abordan tres recomendaciones que a nuestro juicio juegan un papel básico para lograr este objetivo.

- La sustitución de los sistemas de labranzas intensivos y con inversión del prisma por sistemas de labranza mínima conservacionistas, facilitan una menor mineralización de los restos orgánicos aplicados o nativos en el suelo, provocando que se eleve el coeficiente de humificación y como consecuencia una mayor formación de sustancias húmicas.
- La disminución de la fertilización química a niveles que garanticen rendimientos aceptables sin el incremento desmedido de la actividad microbiológica de los suelos, garantiza un mayor aprovechamiento de los nutrientes y una disminución considerable de las pérdidas de los mismos, incluyendo las reservas energéticas de la materia orgánica.
- La aplicación de abonos orgánicos, especialmente los que son previamente composteados, con estructuras químicas y composición microbiológica estabilizadas, evitan el rompimiento del equilibrio microbiano y facilitan una entrega "programada de los nutrientes", a la par que garantizan la incorporación de sustancias húmicas al sistema coloidal del suelo. El humus de

lombriz, como resultado del proceso de transformación de diferentes desechos sólidos orgánicos mediante la tecnología del lombricompostage, aparece en la actualidad como el abono orgánico por excelencia en el cumplimiento de este rol.

CAMBIOS EN LAS CARACTERISTICAS DE LAS SUSTANCIAS HUMICAS POR LA ACTIVIDAD DE LAS LOMBRICES DE TIERRA

Norma Eugenia García Calderón¹

La materia orgánica representa la principal reserva de carbono de la biosfera, su contenido se calcula en 1400 Pg globales, alcanzando casi el doble de la concentración del CO₂ atmosférico. De tal forma que el suelo es la reserva y la fuente de C y N más abundante en los ecosistemas terrestres. Los cambios en el manejo agrícola y la variación y los cambios climáticos producen a la vez cambios en la cantidad de carbono estable en los suelos y de esta forma afecta los flujos de CO₂ hacia y desde la atmósfera. Algunas de las practicas del manejo agrícola pueden favorecer el secuestro neto de carbono en el suelo. El estudio de estas prácticas y el aumento de su implementación es crucial para contribuir a disminuir las emisiones de CO₂ y a aumentar la productividad en los ecosistemas, por tanto debe fomentarse su difusión en foros, a todos los niveles, lo cual repercutirá en los planes de uso a futuro y en el apoyo por los tomadores de decisiones.

Parte de estas prácticas incluyen el composteo de desechos orgánicos, como una de las alternativas para la descomposición biológica y estabilización de sustratos orgánicos dentro de las condiciones que permiten e desarrollo de temperaturas termófilas, resultantes de una producción calórica de origen biológico para obtener un producto final lo suficientemente estable para su almacenaje y utilización como abonos orgánicos, Mustin, (1987).

La obtención de materiales orgánicos humificados por este proceso ha recibido cada vez más atención en los últimos años, la humificación de los materiales puede acelerarse usando diferentes tipos de aditivos y fuentes de N, los cuales son adecuados para el desarrollo de las poblaciones de microorganismos que intervienen en la formación de material composteado, para producir la composta.

La palabra **composta** proviene del francés antiguo y en los S. XVI y XVII se encontraron varias formas de deletrearla "compass, compess, compast, composture, etc." su significado es: suelo. A Sir Albert Howard se le considera el promotor del método orgánico, él fue un agrónomo británico que vivió en la India de 1905 a 1934 y ahí desarrolló el método Indore para producir composta, para lo cual los residuos orgánicos los colocaba en una especie de sandwich, de residuos-suelo-residuos y luego los revolvía (en ocasiones los mezclaba con lombrices de tierra, una vez que pasaban la fase termófila), durante su decomposición.

¹ Laboratorio de Edafología "Nicolás Aguilera", Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad Universitaria, 04510, D.F. negc@hp.fciencias.unam.mx

En 1940, Howard publica su obra "An agricultural Testament", en la cual sienta las bases para la jardinería y la agricultura orgánica. A partir de entonces métodos de composteo se han transformado en métodos cada vez más efectivos y sofisticados, llegando al umbral del S. XXI, con la necesidad prioritaria de reintegrar al suelo el carbono orgánico con objeto de disminuir el creciente efecto de invernadero, de conservar y aumentar la productividad alimentaria y de otros satisfactores que nos brinda.

En condiciones favorables los residuos orgánicos pueden biodegradarse rápidamente, sin embargo la formación de sustancias de tipo húmico no se correlaciona con las pérdidas de peso tan notables, que se producen durante su transformación biológica (>50% con frecuencia). Además, las características químicas de la fracción orgánica extraída de materiales con relaciones C:N elevadas, muestra que esta fracción coloidal orgánica consiste primordialmente de polímeros de naturaleza similar a la lignina oxidada y retrabajada por microorganismos, Almendros, (1989).

Un efecto importante en el compostaje es llegar a alcanzar un nivel apropiado de madurez del producto y a la vez la formación de cantidades apropiadas de polímeros tipo AH¹ (sin sustancias fitotóxicas y estabilidad biológica en términos de la relación C:N). Por lo tanto el mejor proceso de composteo sería el que permita obtener un material con un nivel adecuado de madurez y un mínimo de pérdida del sustrato, aditivos, N y tiempo. En si, este proceso constituye un ecosistema donde la estructura de las comunidades microbianas y las vías de su actividad metabólica están sujetas a los factores físicos, químicos y biológicos. La descomposición se lleva a cabo por la actividad de una gran diversidad de poblaciones microbianas que son altamente interactivas y sintróficas, las investigaciones ecológicas del composteo han tendido a ser autoecológicas y sinecológicas, pero raramente son integrativas de los dos patrones conceptuales. Las investigaciones autoecológicas se relacionan con las poblaciones individuales, las determinaciones taxonómicas y el trabajo en cultivos puros; mientras las investigaciones sinecológicas se relacionan con interacciones entre poblaciones y con su actividad metabólica al nivel de ecosistema. Miller, (1993).

Los sistemas de composteo tienen similitudes con los sistemas edáficos, pero también características propias. Muchas herramientas y conceptos derivados de la edafología son aplicables a su investigación.

En las últimas décadas el desarrollo biotecnológico del manejo de las lombrices de tierra para la transformación de residuos orgánicos de diferente naturaleza en vermicomposta como una alternativa para revalorar esos recursos, se ha extendido tanto a nivel mundial, como en nuestro país empleando paquetes tecnológicos importados, o adecuando el uso de la lombriz de tierra californiana, *Eisenia foetida andrei* Sav y otras a paquetes tecnológicos desarrollados en el país para la transformación de los residuos de la industria de la caña de azúcar,

¹ AH= ácidos húmicos

de los residuos del beneficio del café, de estiércoles, pajas, etc. Esto a la vez, ha despertado el interés de comprobar los mecanismos por los cuales se obtienen respuestas muy favorables al someter los residuos orgánicos a la actividad biológica de estos organismos.

Así, al tomar en cuenta la actividad de las lombrices de tierra para aumentar el crecimiento de los cultivos, al mejorar las propiedades físicas del suelo, mezclar mejor el suelo, aumentar las tasas de infiltración del agua y la asimilabilidad de los nutrimentos, se extrapola que la adición de la vermicomposta al suelo favorecerá estos efectos. Sin embargo en la lombricultura el efecto más importante va a ser el resultado de sus actividades en el proceso de humificación de los materiales.

Al moler y mezclar los constituyentes orgánicos e inorgánicos de los residuos con las sustancias excretadas por su tracto digestivo, las lombrices estimulan la actividad biológica en el medio, modifican la composición de las comunidades de microorganismos y favorecen la velocidad de transformación de estos residuos para mineralizar en parte los compuestos orgánicos más sencillos y en forma simultánea favorecer el inicio de la humificación durante su metabolismo, ya que buena parte de los compuestos orgánicos que producen son de naturaleza más compleja y por lo tanto más estable que los componentes originales de los materiales orgánicos que descomponen.

Estos compuestos más estables corresponden a sustancias húmicas¹ conforme su comportamiento en las metodologías empleadas para la caracterización del humus de los suelos. Su presencia es de suma importancia ya que desde la primera mitad de este siglo se han documentado ampliamente las interacciones favorables de las sustancias húmicas en el desarrollo de las plantas, (Niklevsky, 1931, Burk *et al*, 1932, Sladký, 1959. Rerabeck, 1960, Aso y Sakai, 1963) y en la actualidad por (Pinton *et al*, 1992). Algunas revisiones recientes al respecto de Chen y Aviad, 1990 y Varanini y Pinton, 1995; citados por Adani *et al*, 1998; resumen los efectos de las SH como una fuente y reserva de nutrimentos sobre todo en N, P y S, y micronutrimentos para el óptimo desarrollo de las plantas, señalando los efectos positivos en la germinación de las semillas, crecimiento de las plántulas, en el enraizamiento: iniciación de la raíz, crecimiento de la raíz; desarrollo de las ramas e intercambio de macro y micronutrimentos. Además como reguladoras del crecimiento pueden influir en la adsorción de nutrientes, las actividades enzimáticas y en los cambios morfofuncionales de los tejidos de las plantas. En las raíces las SH interfieren en el transporte activo de iones y pueden inducir o reprimir las actividades enzimáticas.

Al mismo tiempo se debe considerar que las SH estimulan el crecimiento de las plantas en función de su concentración y que las altas concentraciones causan un efecto inhibitorio, García y Aguilera, 1980; Vaughan y Malcolm, 1985. La fracción de los AH con peso molecular > de 8000 tiene las mejores propiedades para estimular el crecimiento, en relación a las fracciones de menor tamaño molecular.

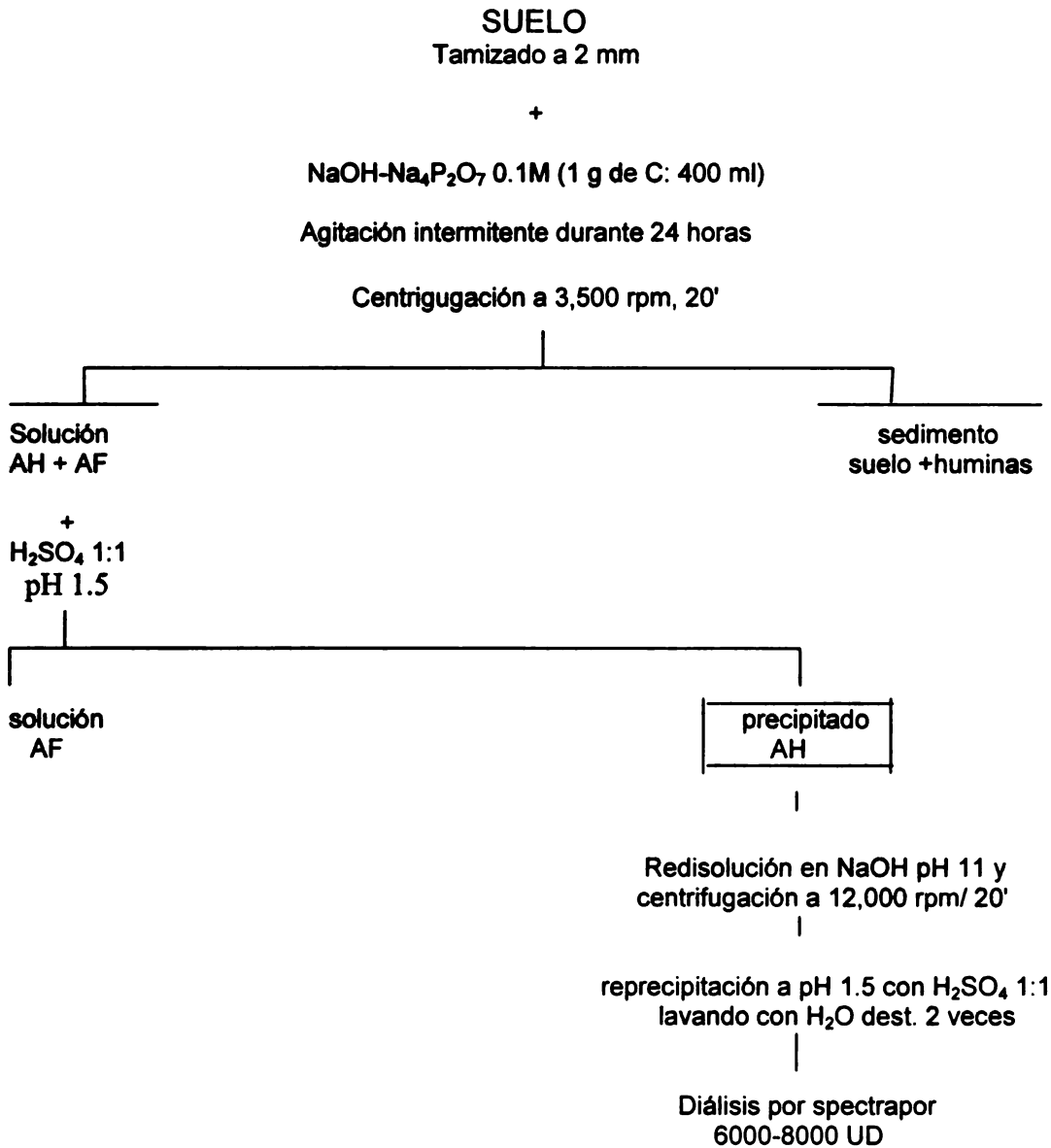
¹ SH= sustancias húmicas

Los estudios realizados por Adani *et al*, 1998 (op cit) comprueban el efecto de AH y SH naturales y de las obtenidas de productos comerciales procedentes de turba y leonardita en el crecimiento y nutrición de plantas de jitomate. Como consecuencia, el empleo de las SH se ha propuesto como un método para mejorar la producción de los cultivos y la productividad de los ecosistemas terrestres.

Por otro lado, existen diversos trabajos que destacan los múltiples beneficios que la actividad de las lombrices de tierra reditúa al suelo y al desarrollo de la vegetación al influir en la distribución de varias especies de plantas en las comunidades, lo cual ocurre por la dispersión de semillas seleccionadas y a la vez por su transporte al interior del suelo; a nivel de invernadero, se ha comprobado como la adición de lombrices aumenta hasta un 15% la producción de biomasa. (Zaller, *et al*, 1999).

El estudio de las SH de las lombricompostas se ha basado en la misma metodología aplicada al estudio de las SH del suelo, determinando su composición elemental y el fraccionamiento y caracterización de las SH, por los métodos de Kononova, (1966) Kononova y Bel'chikova, (1960) Dabin, (1971) y de la Sociedad Internacional de las Sustancias Húmicas (SISH). Basados todos ellos en la extracción alcalina de los AH y AF con soluciones de NaOH 0.1M y/o $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0.1M de la vermicomposta molida y tamizada por 100 mallas, en relación 1:10 o 1:400 con relación a 1g de C por 400 ml de solución extractora. Se centrifuga el licor extraído y se precipitan los compuestos similares a los AH con ácido hasta pH 1.5. Se reposan 24 horas y se centrifuga nuevamente con objeto de separar los AF que son solubles en medio ácido.

Las sustancias húmicas se extraen por el Método de Kononova, 1966, conforme al siguiente organigrama:



En los AH dializados se determina el grado de madurez mediante la medida de su densidad óptica, del umbral de coagulación, espectrometría de infrarrojo, determinación de la actividad enzimática.

Con respecto a las sustancias húmicas producidas por las lombrices de tierra, se ha demostrado que son en gran parte las responsables de los efectos favorables de la presencia de las lombrices de tierra en los suelos, al mejorar la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas y al aumentar la capacidad de las plantas para adsorber nutrientes (Mc Coll *et al*, 1982).

En estudios que documentan estos efectos favorables se tienen investigaciones de la actividad de las sustancias húmicas derivadas de la lombricomposta en el metabolismo de las plantas, al aumentar el intercambio catiónico e iónico, la síntesis de proteínas y la acción de las enzimas en el metabolismo de los nitratos (Dell'Agnola y Nardi, 1987). Se considera que gran parte de estos estímulos se producen debido a la actividad de las sustancias húmicas de la vermicomposta como hormonas, en especial a sus contenidos de auxinas. De hecho, las SH inducen en *Nicotiana plumbaginifolia* cambios biológicos y morfogenéticos similares a los producidos por el AIA¹ y así como el AIA, también afecta las peroxidasas y esterasas que se involucran en la organogénesis, pueden ser indicadoras de la embriogénesis somática, (Muscolo *et al*, 1996).

El tamaño de las excretas de las lombrices varía de 1 mm a > de un cm de diámetro según el tamaño de la especie que las produce y su forma puede ser esférica, subesférica u ovoidea. Otras tienen formas poco regulares, viscosas y en algunos casos redondeadas. El análisis de la granulometría de las excretas muestra en general que las lombrices ingieren de preferencia las fracciones de partícula más fina y que sus excretas generalmente contienen proporciones más alta de arcilla y limos y menos arena que el suelo en el que habitan, (Lee, 1985).

La producción de gomas y mucilagos por las bacterias que se establecen en los residuos orgánicos, pasan por el tracto digestivo de la lombriz y por el hecho de que estas sustancias se promueven por la presencia de la M:O: ingerida que favorece al mismo tiempo la multiplicación de las bacterias. Otros sugieren que las partículas que cementan con algo de suelo ingerido por la presencia de humato de calcio, aparentemente resultado de la interacción de la materia orgánica ingerida y la calcita excretada por las glándulas calcíferas y por el refuerzo mecánico de las partículas del suelo por residuos fibrosos de las plantas. Se piensa también que contribuye el efecto de enlace de las hifas de los hongos, las gomas de la digestión

El conocimiento de las poblaciones participantes en el vermicompostaje y los factores que optimizan la actividad de las bacterias, es importante en el manejo del proceso. Se han realizado investigaciones para conocer la cinética de las poblaciones microbianas que participan en el ciclo del N (Corlay *et al*, 1998), empleando como sustratos paja de avena, residuos hortofrutícolas y estiércol bovino, demostrando las mejores condiciones para el desarrollo del ciclo en las vermicompostas provenientes de la paja y desechos.

Al evaluar la velocidad del consumo de NO_3^- en vermicompostas y la actividad para extraerlo de las enzimas nitrato reductasa (NR), glutamato deshidrogenasa (GDH) y glutaminosintetasa (GS), se observó que el intercambio de NO_3^- fue inhibido en las primeras cuatro horas de incubación y en presencia de un extracto húmico, mientras que después de 4-6 h de incubación fue estimulado gradualmente. La mejor estimulación se obtuvo con la concentración de humus de

¹ AIA= ácido indolacético

100 mg L⁻¹. Las actividades enzimáticas se estimularon por el extracto húmico, en el mismo grado con la NR, la GDH y la GS tuvieron un menor grado de intercambio de NO₃⁻, por lo tanto las actividades de regulación de las SH parecen depender no solo de su tamaño molecular, sino de las interacciones recíprocas de los diferentes constituyentes, que son afectados durante el proceso de su fraccionamiento.

El procesamiento a pequeña y gran escala de residuos orgánicos mediante la actividad de las lombrices de tierra es promisorio para aumentar la productividad de los cultivos, para aumentar la cantidad de carbono estable en el suelo, ya que su estructura es más compleja y estable con relación a otros abonos.

Referencias

- Adani, F., Genevini, P., Sacchen, P., Zocchi, G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *J. of Plant Nutr* 21 (3): 561-567.
- Albuzio, a., Ferrari, G., Nardi, S. 1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Sci* 66: 731-736.
- Almendros, G. 1989. An analysis of some wheat straw humification factors and their bearing on the response to compost of soil and plant. *The Sci of the Total Environment* 81/82: 569-578.
- Corlay, L., Ferrera-Cerrato, R., Etchevers, J., Echegaray, A., Santizo, J.A. 1998. Microorganismos mineralizantes del nitrógeno en el proceso de producción de vermicomposta. En: *Proceedings of the XVI World Congress of Soil Sci, Montpellier, Francia.*
- Dell'Agnola, G., Nardi, S. 1987. Hormone-like effect and enhanced nitrate uptake induced by depolycondensed humic fractions obtained from *Allolobophora rosea* and *A. Caliginosa* faeces. *Biol Fertil Soils* 4: 115-118.
- García, C.N., Aguilera, H.N. 1980. Efecto de las fracciones de materia orgánica (ácidos húmicos) y respuestas en plantas de maíz. En: *Memorias del XIII Congr Nal de la Ciencia del Suelo, Tomo I: 310-324, México.*
- Kononova, M. 1966. *Soil Organic Matter*, Pergamon Press., Oxford, UK.
- Lee, K.E. 1985. *Earthworms. Their ecology and relationships with soils and land use.* Academic Press, Australia.
- McColl, H.P., Hart, P.B.S., Cook, F.J. 1982. Influence of earthworms on some soil chemical and physical properties and the growth of rye grass on a soil after soil stripping- a pot experiment.
- Miller, F.C. 1993. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. In: *Metting, J.B. Jr (ed) Soil Microbial Ecology. Applications in Agricultural and Environmental Management.* Marcel Dekker, Inc, N.Y.
- Muscolo, A., Felici, M., Concheri, G., Nardi, S. 1993. Efecto of earthworm humic substances on esterase and peroxidase activity during growth of leaf explants of *Nicotiana plumbaginifolia*. *Biol Fertil Soils* 15: 127-131.

PERSPECTIVAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS NO TRADICIONALES

Leonel Ramírez Farías¹

Las oportunidades de inversión en el medio rural están conformando un nuevo paradigma. El cambio en los patrones mundiales de consumo hacia productos más saludables, la revalorización del medio rural y el avance de la tecnología, que permite traducir las ventajas comparativas de los recursos endémicos de las comunidades en ventajas competitivas y, por ende, en oportunidades de desarrollo y bienestar para la comunidad son, entre otros aspectos, agentes de cambio que configuran un escenario distinto y con amplias perspectivas de desarrollo en el país.

Este ensayo profundiza en éstos y otros temas relacionados con los mercados agropecuarios, particularizando en las nuevas oportunidades de ingresos que la globalización, la apertura comercial y el nuevo enfoque de política agropecuaria están ofreciendo en el medio rural, hilvanando paralelamente (como respuesta a ello) un nuevo instrumento de apoyo: la promoción comercial de productos agropecuarios comercialmente no tradicionales.²

El contexto económico y la globalización de los mercados nacionales e internacionales de productos agropecuarios están afectando el desempeño y la viabilidad de muchos pequeños productores del país. La apertura comercial, entre otros factores ligados a la reforma del Estado, está cambiando profundamente el comportamiento de los mercados domésticos. Como cualquier proceso, estos cambios plantean enormes retos, pero también muchas oportunidades. En el caso específico del sector agropecuario los principales retos básicos son:

- Incrementar los ingresos de los habitantes del medio rural particularmente de los pequeños productores agropecuarios;
- Diversificar la producción agropecuaria para abrir el abanico productivo al nivel de las unidades de producción rural;
- Mejorar los vínculos rural-urbanos para el agilizar el funcionamiento de los mercados alimentarios y de bienes y servicios agropecuarios no alimentarios.

¹ Coordinador General de la Unidad de Identificación y Promoción de Mercados; Subsecretaría de Desarrollo Rural de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. leonel.ramirez@sagar.gob.mx.

² Los productos agropecuarios comercialmente no tradicionales son aquellos que aunque no destacan en las estadísticas comerciales o de producción son importantes generadores de ingreso a nivel microregional; muchos de ellos son de reciente introducción en la agricultura nacional o su explotación es prácticamente inexistente, no obstante su gran potencial comercial. También se denominan así por su demanda internacional, al no haber constituido tradicionalmente la canasta básica de los países desarrollados. El concepto es dinámico tanto por su carácter "interregional" como por su relación en el tiempo.

Las oportunidades que genera el contexto económico están directamente vinculadas al potencial productivo del país. El sector agropecuario posee una gran diversidad agroecológica; se reconoce que en nuestro país existen 7 mil especies de plantas con usos probados. Debido a la inusual variedad de orografías, climas y suelos, México tiene todo tipo de vegetación conocida sobre el planeta. El rango de vegetación con que cuenta nuestro país es muy amplio, incluye selvas tropicales, bosques, praderas, vegetación del desierto y de alta montaña. Se estima que de las 21,600 especies fanerógamas originarias de México, el 52% se encuentran únicamente al interior de sus fronteras. México cuenta aproximadamente con el 9% de las especies que se estima existen en el mundo; esto, unido a la gran variedad de especies animales y vegetales, plantea un universo amplio de opciones de ingreso para los habitantes del medio rural, muchas de ellas no explotadas o subaprovechadas.

1. Grandes tendencias del mercado doméstico

Actualmente los mercados agropecuarios están influidos por las siguientes grandes tendencias mundiales:

- a) En nuestro país, la mayor parte de las regiones pobres que constituyen el conjunto de atención de la Alianza para el Campo coinciden con una gran riqueza en recursos naturales, cuya explotación racional, hoy día, dadas las nuevas preferencias de los consumidores, el crecimiento económico y el aumento poblacional puede ser altamente remuneradora, pues cuentan con demandas cada vez más crecientes en México y el mundo.
- b) Si bien es cierto que la mayoría de los productos agropecuarios se enfrentan a un mercado saturado y altamente competido, existen especialidades, es decir, "productos comercialmente no tradicionales", que se producen en pequeñas unidades de producción y cuyos nichos de mercado en los países altamente industrializados han empezado a multiplicarse.
- c) A partir del importante crecimiento en el tamaño de los núcleos urbanos, originado por la migración rural a los polos de desarrollo regional, se ha elevado secularmente el ingreso promedio de la población y este poder adquisitivo abre oportunidades de negocio para quienes han decidido poblar las áreas rurales.
- d) Existe un cambio en las preferencias de los consumidores hacia bienes agropecuarios y forestales, especialmente en recreación, turismo y productos relacionados con la salud.
- e) Se están dando cambios en el país en la forma de procesar los productos alimenticios, en su forma de promoverlos y en la manera de venderlos. Esto ha llevado a nuevos conceptos en el desarrollo de productos y segmentación de los mercados.
- f) Existe una sobreoferta en los mercados urbanos de la mayoría de los productos primarios, lo que obliga a los empresarios rurales a examinar nuevas oportunidades de negocios.
- g) La riqueza de la biodiversidad del país y los avances científicos en materia de biotecnología están modificando profundamente las prácticas agrícolas y la producción alimentaria, tanto en los países industrializados como en los que se encuentran en vías de desarrollo. Dado que la biotecnología permite acrecentar la productividad, combatir enfermedades y adaptarlos genéticamente a los

gustos de los consumidores, se abren oportunidades de negocios para muchas plantas silvestres y cultivos marginados a cuya fisonomía y condición botánica se les atribuye una demanda específica en los mercados urbanos.

- h) Existe una tendencia nacional (y mundial) a revalorar nuestros activos culturales, herencias y tradiciones, lo que los convierte en recursos productivos con potencial económico en las áreas rurales.
- i) El valor de "lo rural " ha cambiado en los últimos años, como resultado de la congestión, el alto costo del tiempo, la vida y la inseguridad en las zonas urbanas. Ello ha obligado a muchos habitantes de la ciudad a revalorizar su percepción del mundo rural, cambiando los términos de intercambio rural-urbanos en favor de una mayor demanda de los bienes provenientes del campo. Lo rural hoy es sinónimo de sano, y aspira a ser sinónimo de pureza, de productos ecológicos, limpios y con "etiqueta verde".
- j) Bajo el concepto de uso múltiple del espacio rural se agrupan esfuerzos orientados a generar ingresos para las comunidades rurales con base en nuevas actividades, como el agroturismo, la conservación *in situ* de la biodiversidad, la producción de agua bajo el manejo de cuencas, la mantención del paisaje, entre muchos otros. Estos nuevos bienes y servicios adquieren especial relevancia por la demanda potencial que genera la urbanización del país, la cual exige mayores estándares de calidad de vida.
- k) Casi todas las áreas rurales poseen recursos inexplorados o subexplotados; algunos son únicos o, al menos, muy específicos de la localidad. Existen muchos casos exitosos de desarrollo rural que deben su éxito al desarrollo de nuevos usos de los recursos ya existentes. Por ejemplo, hacer bebidas de algunas semillas como la chía o plantas como la sábila; los cultivos industriales como las oleaginosas; las plantas medicinales con usos farmacéuticos probados; tubérculos y plantas silvestres cuya domesticación promete ser fuente de altos ingresos relativos a nivel microregional, son ilustrativos del enorme potencial aún inexplorado. El primer paso es identificar recursos y valorar su potencial de desarrollo comercial. Una vez que los recursos básicos han sido identificados, es posible implementar una estrategia para diferenciarlos de sus usos tradicionales y así atribuirles una ventaja comparativa que les permita "ganar" mercado.

En síntesis, el crecimiento de la economía global y las transformaciones nacionales están abriendo nuevas líneas de agronegocios, tanto para la producción de bienes como para el otorgamiento de servicios algunas de las cuales podrían agruparse conforme a la tabla siguiente.

Tabla 1
Nuevas líneas de agronegocios

NICHO DE MERCADO	AGRICOLA Y FORESTAL	GANADERO	AGROINDUSTRIA	BIODIVERSIDAD ECOLÓGICA	TRADICIÓN Y HERENCIA CULTURAL
Bienes	<ul style="list-style-type: none"> • Colorantes naturales • Plantas medicinales y aromáticas • Frutas secas • Flores deshidratadas • Frutas y vegetales de altísima calidad (sean nativas o exóticas) • Productos orgánicos • Cultivos marginados cuya demanda se ha revalorizado • Oportunidades de ingreso en especies forestales y botánicas con potencial industrial • Fibras naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Especies nativas como iguanas, venados y conejos • Insectos de colección • Especies exóticas como el avestruz y el venado rojo • Rescate de especies criollas en aves y animales (v.g. cerdo negro y aves de cuello desnudo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dulces, tortillería de maíces de especialidad • (V.g. tortillas azules, clayudas y totopos). • Quesos hechos a mano con leche regional y usos tradicionales • Bebidas y licores de forma regional • Ungüentos y fitoalimentos regionales • Mermeladas de frutas raras o singulares (<i>gourmet</i>). • Extractos naturales • Aceites esenciales • Bioinsecticidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación del concepto de medio ambiente y clima para empresas fraccionadoras de alta tecnología y centros de investigación • Bienes producidos en medio ambiente natural, como semillas, frutillas y plantas de ornato recolectadas, agua natural pura, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cerámica y objetos manuales • Joyería • Tapetas (Home Furniture) • De cera con velas sabores naturales • Pintado y bordado • Muebles tradicionales rústicos
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Semillas certificadas de origen nativo y endémico • Empleo para recolectores en cultivos con nichos de mercados en expansión • Nuevas prácticas en cultivo • Labranza de conservación • Usos de residuos agrícolas para la producción de abonos orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Zoológicos comunales • Ranchos cinegéticos • Esquema de producción y comercialización en traspatio • Pies de cría • Turismo ecológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquila de servicios textiles y bordados • Mano de obra especializada • Talleres de compostura • Diseños a la medida y por pedido de artesanías y maquila de otros productos 	<ul style="list-style-type: none"> • Casas y villas de descanso • Centros de recuperación de la salud y el estado físico • Centros vacacionales y de recreación con facilidades de ofrecer servicios para convenciones • Turismo ecológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Museos locales • Danza y festividades folklóricas • Monumentos históricos (nuevos y ancestrales) • Restaurantería de platillos típicos con normas de higiene y calidad de primer orden

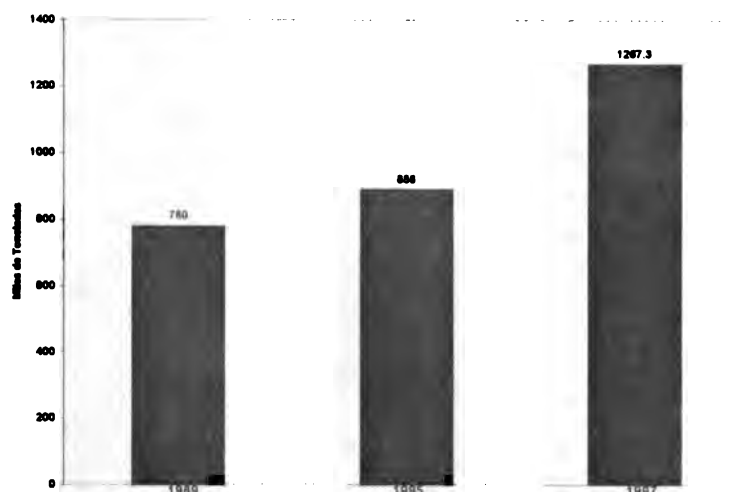
2. Desempeño y tendencias de los agroproductos no tradicionales

Esta riqueza coincide con una mayor demanda de productos agropecuarios con características singulares y mercados muy especializados a la cual los productores nacionales han comenzado a responder. En 1997 se tuvo una producción de 1,267 mil toneladas. Durante ese periodo se elevó su producción en

un 62.5%; como se observa en la Gráfica 1 cifra notablemente superior a la registrada en 1989.

Gráfica 1

Producción de Cultivos No Tradicionales

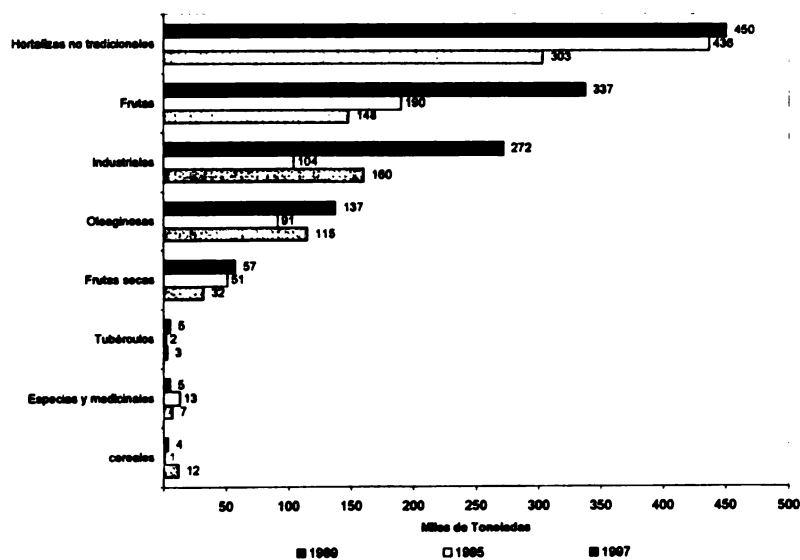


Fuente: Elaboración propia con datos del CEA.

Analizando la producción de los grupos de cultivos no tradicionales que cuentan con seguimiento estadístico podemos observar segmentos muy dinámicos. Entre 1989 y 1997, las frutas incrementaron su producción en un 128%, las frutas secas en un 79%, los industriales en un 70% y las hortalizas en un 48%. (Gráfica 2).

Gráfica 2

Producción de Algunos Grupos de Productos No Tradicionales



Fuente: Elaboración propia con datos del CEA.

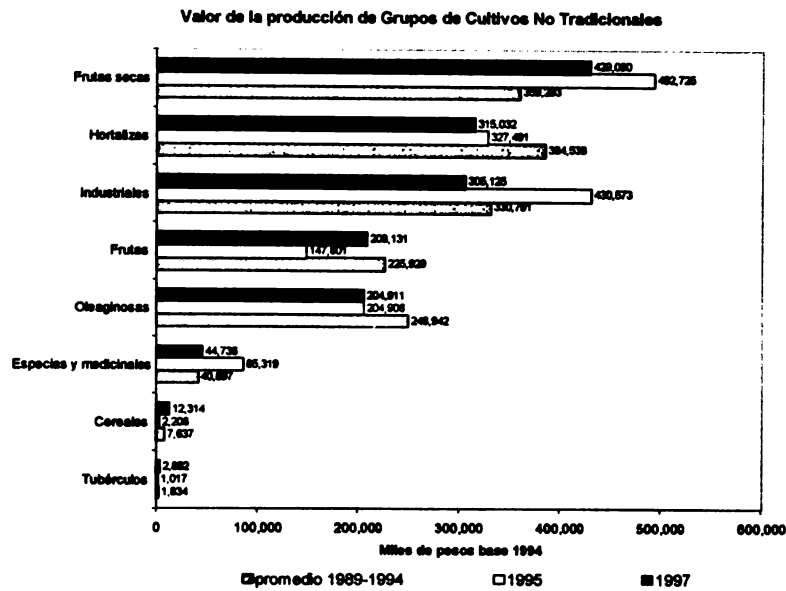
El cultivo de productos no tradicionales representó, en 1997, un negocio de 3.3 mil millones de pesos. Se trata en realidad de un negocio que se ha mantenido en términos reales de manera constante, pues una vez descontada la inflación, el valor de la producción es de 1,524 millones en promedio de 1993-1996 en tanto que para 1997 es de 1,522. (Gráfica 3).

Gráfica 3



A nivel desagregado se aprecia en la Gráfica 4 que las hortalizas, las frutas secas y las frutas han mostrado un especial dinamismo al incrementar sustancialmente el valor de su producción durante los últimos años, especialmente el grupo de frutas secas, el cual se incrementó en términos reales el valor de su producción 19% entre 1989 y 1997. Debido al menor dinamismo de otros grupos, reflejo del interés productivo por cultivos tradicionales con subsidios públicos como los granos y las oleaginosas hay un descenso en el promedio de todos ellos del 4.8%.

Gráfica 4



Fuente: Elaboración propia con datos del CEA.

2.1 Comercio exterior y sustitución de importaciones

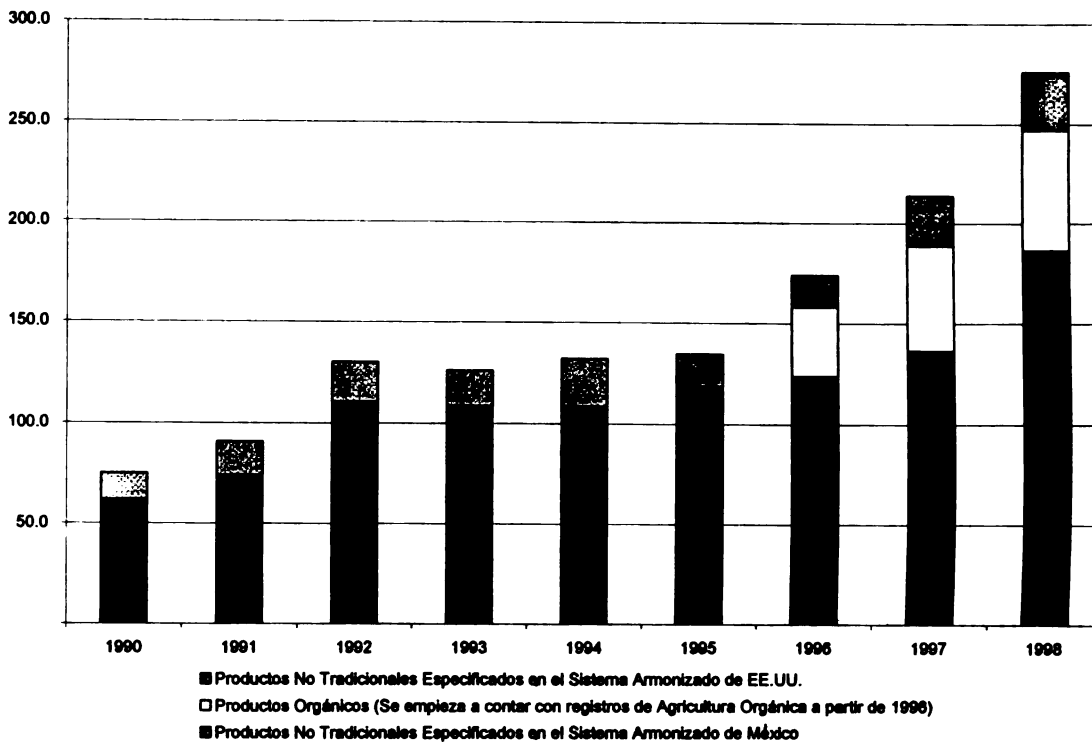
En lo que respecta a las exportaciones de productos no tradicionales, éstas han registrado un notorio crecimiento: en 1997 alcanzaron un valor de 193.7 millones de dólares, monto significativamente superior al promedio exportado entre 1990 y 1996 (ver Gráfica 5). Tan sólo las exportaciones en 1995 fueron 2.5 veces superiores al valor alcanzado por éstas en 1990. Aunque es notorio el aumento a nivel agregado es muy interesante observar el dinamismo de ciertos productos en particular, cuyas exportaciones entre 1990 y 1997 registran las siguientes tasas de crecimiento: trufas preparadas 350%, té negro 250%, y setas y hongos 227%, entre otros.

Se estima que para 1998 las exportaciones de agroproductos no tradicionales alcancen los 300 millones de dólares debido al gran dinamismo que han registrado las exportaciones de productos orgánicos, tuna, nopal, entre otros hacia el mercado estadounidense.

México tiene un alto potencial en los cultivos no tradicionales, con fuerte orientación hacia el mercado externo. Esto es especialmente cierto para productos como la jícama, ya que representa el 45% de lo que se importa en los EE.UU. La orientación hacia el mercado internacional de otros productos no tradicionales se muestra en la siguiente tabla.

Gráfica 5

EXPORTACIONES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES
(Millones de dólares)



*/ Los datos para 1998 incluyen información proporcionada por las principales asociaciones y empresas exportadoras de agroproductos no tradicionales cuya información no es posible desagregar a partir de fracciones arancelarias del Sistema Armonizado.

FUENTE: Elaborado por la UIPM con datos del SICM, SECOFI

**PRINCIPALES PRODUCTOS AGROPECUARIOS NO TRADICIONALES EXPORTADOS
HACIA LOS ESTADOS UNIDOS
(Miles Dólares)**

Descripción	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998*
Jícamas	3,297 (64.97%)	6,924 (79.14%)	10,469 (85.45%)	5,826 (70.78%)	7,828 (74.88%)	6,350 (64.13%)	4,534 (51.27%)	3,184 (45.48%)	3,897 (62.84%)
Nopalitos	4,289 (85.40%)	5,134 (86.36%)	4,837 (89.15%)	5,593 (83.27%)	8,991 (87.28%)	-	-	-	-
Orégano sin procesar	2,505 (34.15%)	2,812 (25.71%)	2,132 (19.31%)	3,742 (24.92%)	3,579 (21.23%)	3,188 (24.19%)	2,815 (19.49%)	2,582 (22.53%)	1,512 (21.91%)
Chayote	1,983 (44.15%)	1,309 (27.98%)	1,183 (19.28%)	1,118 (16.57%)	1,377 (17.18%)	1,742 (19.03%)	2,434 (22.58%)	2,493 (29.67%)	1,117 (24.13%)
Frambuesa fresca	- (0%)	- (0%)	- (0%)	44 (2.77%)	288 (9.53%)	1,848 (32.06%)	2,084 (37.82%)	2,491 (45.46%)	1,593 (57.03%)
Orégano procesado	3,810 (81.18%)	381 (38.82%)	433 (40.85%)	271 (86.97%)	231 (51.87%)	335 (84.88%)	440 (90.92%)	338 (87.25%)	337 (43.85%)
Zarzamora, mora y frambuesa frescas	- (0%)	- (0%)	3 (0.38%)	- (0%)	367 (32.08%)	684 (43.38%)	887 (38.82%)	785 (40.88%)	1,233 (58.29%)
Vainilla	26 (0.06%)	524 (0.78%)	342 (0.52%)	448 (0.71%)	416 (0.67%)	175 (0.30%)	244 (0.58%)	464 (1.10%)	34 (0.19%)
Tamarindo	285 (90.15%)	218 (70.61%)	402 (85.64%)	256 (89.71%)	427 (61.42%)	532 (85.67%)	-	-	-
Zarzamora, mora y frambuesa congeladas	- (0%)	48 (2.73%)	9 (1.15%)	- (0%)	12 (11%)	130 (24.12%)	459 (12.78%)	1,370 (46.28%)	228 (57.23%)
subtotal	16,156	17,150	19,811	17,298	23,317	14,981	13,898	13,704	9,950
Otros	3,149	183	47	392	356	1,092	1,990	1,621	607
Total	13,006	17,333	19,858	17,690	23,673	16,073	15,888	15,325	10,557

Fuente: Elaborado por La UIPM con datos del SIAPA /HMS/USDA

*/ Datos preliminar ene-jun 98

La información entre paréntesis representa la participación del producto mexicano en las importaciones de los Estados Unidos.

3. Los cultivos no tradicionales: una alternativa para los medianos y pequeños agricultores

México es un país de medianos y pequeños agricultores. El 35% de las unidades de producción en el campo no llegan a las 2 hectáreas. El 91 % de las unidades tienen superficies menores a 20 hectáreas.¹

La mayoría de los medianos y pequeños productores dedican su tierra a la producción de granos. Hacia el futuro, muchos de esos productores; especialmente los más pequeños, se verán enfrentados a una competencia cada vez mayor en la que se encontrarán en franca desventaja por la imposibilidad de manejar economías de escala en sus minifundios.

¹ | VII Censo Agropecuario y Forestal, INEGI, 1994.

Para muchos pequeños y medianos productores la producción de granos no ofrece un panorama halagador, por lo que es fundamental buscar nuevas alternativas prometedoras en el segmento de los mercados no tradicionales.

En nuestro país, esos productos se han mantenido a nivel de mercados locales y regionales, y apenas recientemente empiezan a tener presencia en el mercado internacional.

Algunas de las razones por las que los cultivos no tradicionales pueden ser una alternativa atractiva para los pequeños y medianos productores en nuestro país, son las siguientes:

- No se requiere grandes volúmenes para ser exportador, ni tampoco economías de escala para ser competitivos.
- En general, los cultivos no tradicionales tienen mayor rentabilidad por hectárea, que los tradicionales.
- La gran diversidad de suelos y micro climas que tenemos hace que el potencial de nuestro país para desarrollar esta línea de cultivos sea enorme.
- En el mercado internacional está creciendo la demanda por estos productos.
- Sus precios internacionales son relativamente más estables.
- La demanda de mano de obra por hectárea es alta, con lo que se propicia el empleo de fuerza de trabajo rural.

En los últimos años algunos de los productos mexicanos no tradicionales que se venden en nichos de mercado a nivel internacional han mostrado un crecimiento verdaderamente espectacular en los volúmenes exportados, tal es el caso de las tunas, higos, sorgo escobero y pimienta gorda, cuyas ventas en el exterior crecieron en promedio 85.4% cada año, entre 1991 y 1995.

Otros productos no tradicionales exploran en este momento nuevos nichos de mercados tanto en el extranjero como en nuestro país, ello comprueba la hipótesis de que la apertura comercial está abriendo la posibilidad de que los pequeños y medianos productores puedan ser competitivos si orientan su actividad hacia bienes con ventajas comparativas de largo plazo.

Un instrumento útil para mostrar ideas, transmitir experiencias e intercambiar información sobre nuevas alternativas productivas; así como evaluar su potencial de mercado, son las exposiciones. Al respecto resulta satisfactorio observar los impactos de los eventos de dicha naturaleza en México.

Desde 1997 la SAGAR utiliza como principal estrategia de promoción las exhibiciones y ferias. En el cuadro siguiente se muestran algunos de los principales resultados de dicho instrumento así como un pequeño perfil de los productos expuestos.

**PRIMERAS EXPOSICIONES REGIONALES DE PRODUCTOS
AGROPECUARIOS COMERCIALMENTE NO TRADICIONALES
Cuadro Resumen Comparativo**

Concepto	I EXPO 1997 EXHIBIMEX DF	II EXPO 1998 WTC-DF	I Expo Sureste Tapachula Chis.	I Expo Norte S.L.P.	I Expo Centro Guad. , Jal.	II Expo Sureste Villaherm. Tab.	II Expo Centro Morelia, Mich	Total General
Expositores	150	200	80	72	60	139	57	758
Productos exhibidos	240	276	55	68	47	60	64	810
Visitantes	4,758	10,080	2,000	1,600	1,000	2,700	3,000	25,138
Enlaces comerciales	851	988	137	179	50	151	169	2,525
Capacitación a Extensionistas	300	300	70	58	60	200	400	1,388

Otro instrumento detonador del proyecto de promoción ha sido la divulgación de experiencias exitosas en la comercialización nacional e internacional de:

- a) Plantas con usos medicinales científicamente probados y que actualmente son exportados por pequeños productores a la Unión Europea;
- b) Pequeñas empresas de negocios en ganadería no convencional como es la del avestruz y la de iguana verde, que actualmente cuentan con mercados nacionales e internacionales tanto en la venta de carne para consumo directo o como mascotas;
- c) Empresas de grupos indígenas que han tenido gran éxito en la venta de insectos de colección y café orgánico;
- d) Agricultura orgánica la cual tiene grandes oportunidades de expansión en este dinámico mercado. En 1994 México exportó 17 mil sacos de café orgánico certificado y para 1996 incrementó este volumen colocando 35 mil sacos en el mercado internacional, significando un incremento de 101%.¹ Se estima que para el año 2000, entre el 2 y el 5 por ciento de los habitantes de Estados Unidos, la Comunidad Europea y Japón consuman habitualmente estos productos.
- e) Negocios que han representado ingresos importantes para comunidades marginadas como es el caso de algunas plantas prehistóricas, cuya rareza y condición endémica las han convertido en una excelente línea de negocio para pequeñas comunidades que actualmente obtienen ingresos adicionales vendiendo a coleccionistas y viveristas alrededor de todo el mundo;
- f) Agroindustria no tradicional, como por ejemplo, el procesamiento y actual venta creciente del chicle natural con saborizantes no artificiales, que está ganando un terreno importante en la población que empieza a demandar productos de origen natural, en sustitución de la goma sintética que actualmente consumimos la gran mayoría. Este producto tiene su origen en la selva maya y de su venta se benefician a un número importante de recolectores del látex del árbol del chicozapote. También tendremos el caso de bebidas hechas con base en sábila, entre muchos otros alimentos procesados novedosos.

¹ De acuerdo cifras proporcionadas por el Consejo Mexicano del Café.

La mayor parte de estos productos cuentan con pequeños nichos de mercados y requieren de acciones que eviten la saturación acelerada de estos segmentos, por lo que es indispensable abrir continuamente nuevas líneas de negocios e impulsar la innovación tecnológica y comercial permanente. También, además de explorar pequeños nichos de mercado, dentro de esta estrategia de promoción se impulsa la oferta de cultivos con un mercado de mayor tamaño relativo, como es el caso del hule natural, el cacao y el mezcal, que al igual de los otros mercados especializados, poseen enormes ventajas comparativas y absolutas en el comercio internacional.

La identificación de todas estas oportunidades de negocios como parte de la amplia estrategia de inteligencia de mercados que desarrolla la SAGAR de cara al nuevo milenio y a la globalización de los mercados agropecuarios. Hoy día, el libre comercio ha forzado tanto a los grandes como a los pequeños productores, así como a toda la economía rural, a concentrarse en hacer lo que desarrollan más eficientemente, abandonando aquellas actividades menos productivas y eligiendo nuevas orientaciones comerciales.

4. Experiencias internacionales en la promoción de cultivos agropecuarios no tradicionales

Distintas agencias gubernamentales así como grupos de productores de países latinoamericanos se han sensibilizado, al igual que México, en torno de la necesidad de diversificar la producción agropecuaria, las exportaciones y generar así alternativas de ingreso para los productores del campo en sus respectivos países.

Países como Guatemala, El Salvador, Panamá y Chile entre otros se han desarrollado proyectos de promoción comercial de productos agropecuarios comercialmente no tradicionales. Cada uno de ellos ha tenido diferentes niveles de éxito explicables a partir de la "no tradicionalidad" de sus productos, así como por la integralidad de sus proyectos. En esto han jugado un papel importante los mecanismos de apoyo y sobre todo, las estrategias de mercadotecnia para la penetración de los mercados extranjeros y la demanda interna de los mismos. La generación o aprovechamiento de la demanda interna de estos productos ha sido muy importante dado que permite a los productores defenderse de las eventuales contracciones de la demanda internacional de sus productos.

5. Las grandes tendencias y perspectivas mundiales en los mercados agropecuarios

Los mercados de productos agropecuarios, cada vez tienden más a la segmentación comercial, ya no podemos hablar del mercado de la leche, hoy debemos especificar con detalle a que nos referimos: si a la leche descremada, a la leche con sabores, a la leche enriquecida o a la leche de soya. Los mercados, pues enfrentan una fragmentación acelerada.

Algunas grandes tendencias de las que hablamos son:

- a. La creciente demanda de productos orgánicos y saludables, y la sustitución de productos naturales por sintéticos.

Dentro de este grupo, uno de los mercados más dinámicos de la agricultura orgánica es Europa. El tamaño del mercado de alimentos orgánicos en la Unión Europea es estimado entre 2 y 3 billones de ecus, es decir, entre 2.4 y 3.6 billones de dólares.

Se estima que para el año 2000 el 10% del mercado de Dinamarca y Austria esté dominado por productos orgánicos. En 1996 los consumidores holandeses gastaron entre 300 y 325 millones dólares en alimentos saludables.

Recientes estudios estiman que en los Estados Unidos los productos orgánicos alcanzarán el 2.5% del total de ventas de alimentos en el año 2000.

- b. *La segmentación de los mercados.* Para dar una idea de la fragmentación del mercado, uno de los ejemplos más impresionantes es el de las frutas y legumbres.

En este mercado no solo la moda de lo orgánico ha invadido las preferencias de los consumidores: hoy podemos ver una gran variedad de tomates, (grandes o en miniatura como la variedad cherry), y una oferta diversa en colores y presentaciones.

En legumbres la tendencia hacia la venta de ensaladas de corte es creciente; el mercado de las legumbres de productos enteros está cediendo el paso a la legumbre cortadas y preparadas para atender un segmento del mercado cuyo costo del tiempo es muy alto.

En estos segmentos del mercado es donde se observan enormes oportunidades de negocios. Por ejemplo se estima que las ventas de productos frescos cortados para consumo directo creció de 400 millones de dólares en 1994 a entre 6 y 8 millones en 1996, tan solo en los Estados Unidos. En este mercado la participación de las frutas y legumbres de corte en el total de las ventas pasó del 8.9% en 1994 a 10% en 1996, aunque se estima que este crezca a 25.8% en 1999.

- c. *Nuevos puntos y conceptos de venta.* Este aspecto esencial, muy ligado a la importancia de las exposiciones agropecuarias tiene que ver con la forma de venta de los productos. De 62.7 billones de dólares en ventas de toda industria de productos frescos norteamericana (nuestro principal mercado de exportación) 59% se vende por mayoristas, 30% a establecimientos que procesan alimentos 5% se exportan, 2.6% se venden en mercados rodantes o directamente por los productores y 1.9% se vende como producto orgánico.

Otros datos importantes son los tipos de establecimientos. El 48% se vende en restaurantes de comida rápida, el 25% en restaurantes convencionales, el 12% en supermercados, 3% en tiendas de gourmet o especialidades y el 1% en tiendas de conveniencia (Oxxo's, Stop'ngo, Seven Eleven, etc.)

Existen muchísimas novedades que prometen convertirse en tendencias para el futuro cercano. Las más importantes son:

- El "marketing" especializado. Hoy ya se venden una fruta o legumbre con instrumentos de fomento comercial y publicitario tan sofisticados que antes solo se usaban para la venta de productos no alimentarios como automóviles, cámaras, ropa de vestir o joyas.
- La abrumadora invasión de las redes de ventas por vehículos informáticos. Las ventas vía internet han alcanzado un crecimiento inesperado. No existen datos precisos del volumen y valor de las ventas que se realizan electrónicamente, aunque una manera de darse cuenta es observando algunos datos relacionados. En 1995 se estimó que para 1999 más de 63 millones de familias tendrían una computadora; 80% (51 millones) de ellos con "modems".

Un estudio más reciente mostró que el mayor porcentaje de usuarios son hombres (27%) contra 18% de las mujeres; pero que en general las mujeres mostraron un mayor interés por los servicios de ventas interactivos. Por otro lado, el Instituto de Comercialización Alimentaria (Food Marketing Institute) encontró que la mayoría (71%) de los compradores de alimentos son mujeres.

Esto significaría entonces poner especial interés en las estrategias de ventas de productos agropecuarios en los perfiles consumistas de las mujeres.

En una encuesta realizada por la Universidad de Cornell, de 60 empresas de supermercados entrevistadas, 40% reportó tener algún tipo de servicio de compras en el hogar. De los que no tenían estos servicios 18% planteaban ofrecerlo dentro de menos de 2 años; y de los que si los estaban dando todos ofrecían entregas a domicilio y 96% ofrecían el servicio de ordenar sus compras desde el hogar.

- La tercera megatendencia es la del ascenso de productos nuevos con estrategias comerciales de nichos de mercados. Una de las principales características de los mercados, hoy día, es la enorme variedad de productos.

Esto está impulsado, en muy buena medida, por el deseo impulsivo de los consumidores por probar nuevos productos. Hoy los consumidores están ansiosos por lo nuevo como decimos: en la variedad está el gusto.

En la mayoría de las exposiciones alimentarias los visitantes se amotan en los espacios novedosos.

Lo nuevo no necesariamente significa, como en los mercados no alimentarios, nuevos productos. En la mayoría de los casos se trata de rescatar lo viejo, desempolvar viejas ideas con tratamientos modernos. En otra buena medida significa una nueva presentación, un novedoso empaque o publicidad llamativa.

- Apoyos públicos a la promoción de nombres y marcas colectivas. Tenemos casos conocidos. El más comentado es el del kiwi de Nueva Zelanda. Todos sabemos que el éxito de la fruta se fincó en una novedosa estrategia comercial de un producto que ya existía, pero al cual no se le prestaba mucha atención. Parte de la estrategia fue cambiarle el nombre viejo de "chinese goosberry" por el ahora comercial de kiwi, que simboliza al pájaro despeinado de Nueva Zelanda.

A raíz de esta experiencia han resurgido recientemente otras similares. En el caso del kiwi se trató de una estrategia nacional; resulta ahora interesante saber que son ahora entidades federativas las que están diseñando promociones comerciales agresivas.

Esta ahí el caso de la promoción de la granada roja (pomegranate) que realiza un "Consejo de Productores de San Francisco" con el apoyo del estado de California en los Estados Unidos.

También es similar el caso del "pérsico" al que comercialmente se le promociona con el nombre de "la manzana de oriente".

Hoy vemos en el mercado norteamericano el pirateo sorprendente de ideas mexicanas. Nuestros populares ates de frutas se comercializan por empresas de productores organizados como "sunkist" o "Fresh Island" que con una envoltura atractiva, control de calidad y apariencia apetitosa venden rollos o galletas de ate hechas al más puro estilo mexicano.

- El crecimiento de los alimentos étnicos. Es otro nicho de mercado con gran expansión y prometedor futuro en los negocios agropecuarios. Parte de este es el mercado de alimentos hispanos y asiáticos el cual ha mostrado crecimientos espectaculares. La población hispana crece a un ritmo de 4.3% promedio anual desde 1950 a 1996. El 64% de la población hispana son mexicanos.

El tamaño y nivel de organización de las agrupaciones hispanas de comerciantes dan idea del grandísimo potencial de compra (y venta) de estos mercados étnicos. Una de ellas, la Asociación México-Americana de Abarroteros cuenta con 12 mil miembros activos y son propietarios de 17 mil supermercados y tiendas de abarrotes en los Estados Unidos. Su mercado tiene un poder de compra de 300 mil millones de dólares anuales.

Igualmente han surgido empresas en los Estados Unidos cuyo tamaño y capitalización en el mercado ha crecido a una velocidad sorprendente como en el caso de "Melissa's" cuyo éxito radica en la venta de especialidades mexicanas como maíces de colores, calabazas, chile y salsas regionales. Esta empresa opera con un moderno esquema de entregas vía aérea y puede vender desde una caja del producto hasta un contenedor en cualquier parte del mundo.

Otras empresas conocidas que manejan conceptos similares son "Mercado Latino" y "Frieda's" que pueden vender desde hongos silvestres hasta hortalizas en miniatura.

- Campañas compartidas entre autoridades agropecuarias y de la salud pública. Muchos nichos de mercado han surgido como resultado del gran empuje impreso por las campañas publicitarias en favor de la salud.

Gracias a ello, el consumo de toronja en los Estados Unidos ha crecido muy fuerte por su uso en dietas alimenticias. El uso de infusiones y tés, ha elevado el potencial de muchas plantas y hierbas con principios activos medicinales. El consumo de frutas secas también se ha elevado por estas fuerzas de atracción y el consumo de jugos naturales con combinaciones creativas también se ha elevado.

Recientemente ha resurgido el consumo de aceites insaturados, es decir, libres de colesterol. Ahí el potencial al nivel de nicho de mercado para plantas nativas es extraordinario.

Un caso es el de la "chía gorda" que en estudios de hace dos años se le encontró un alto potencial con fuente de omega 3, un aceite insaturado que reduce el colesterol. Actualmente se estudia su uso como alimento de aves ponedoras en la producción de huevos bajos en colesterol; pronto estaremos presenciando la expansión, por qué no, del mercado del "huevo light".

- El caso de la jamaica:
El pasado 19 de febrero la UIPM participó con un stand promocional en la II Expo Internacional de Productos Naturistas.

Los resultados obtenidos fueron realmente sorprendentes y arrojan experiencias muy valiosas que demuestran el potencial de vinculación entre la SAGAR y el IMSS. Para esa ocasión la UIPM tomó la decisión de mostrar al público el lanzamiento de tés, extractos y derivados de jamaica de una microempresa ubicada en el Pital, Veracruz y que fue beneficiaria de los programas de apoyo de desarrollo rural (probablemente la única plantación comercial de jamaica mejorada en el país y seguramente una de las variedades con mayor potencial económico en el mundo).

El lanzamiento de este producto coincidió en forma causística con el anuncio hecho por el IMSS de las propiedades terapéuticas para el tratamiento de la hiperlipidemia y la prevención de tratamientos cardiovasculares.

De igual modo ello coincidió con las declaraciones formales en el acto inaugural del Subsecretario de Desarrollo Rural sobre los esfuerzos productivos y de diseños de marcas que realiza la SAGAR para mejorar los vínculos de los pequeños productores con el mercado.

Mesa de Trabajo 1

FERTILIZACIÓN ORGANO-MINERAL EN EL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L) EN EL ESTADO DE MÉXICO

José Luis García Ayala¹, José Luis Valdés Martínez² y Heidy Rojo Guadarrama³

Introducción

El maíz (*Zea mays*) significa vida, sustento y religión para México y otros países del mundo (Reyes, 1981), pero atraviesa por un problema complejo que se traduce en su baja productividad.

Para la solución de este problema es necesario conjuntar esfuerzos y conocimientos para encontrar alternativas sostenibles que aseguren incrementar la productividad de tan importante alimento para el ser humano (Rojo y Valdés, 1996).

En el presente trabajo se propone la fertilización organo-mineral y un corrector de acidez del suelo como alternativa de solución a los problemas de fertilidad de suelos y nutrición vegetal en el cultivo de maíz en el estado de México (García, 1998).

Los productos orgánicos utilizados en este trabajo para la fórmula organo-mineral son elaborados por la empresa Lombricultura Mexicana con base en humus de lombriz y fueron evaluados en el municipio de Jocotitlán, México con la metodología participativa propuesta por Anderson y McCracken (1994).

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el municipio de Jocotitlán, México, ubicado a 50 km al norte de la ciudad de Toluca.

Se utilizaron 100-00-00 hectáreas de punta de riego contando con la participación de 28 productores, Lombricultura Mexicana, promotora de la fertilización organomineral a través de su dirección técnica, el técnico del Programa Elemental de Asistencia Técnica (PEAT) asignado a la zona.

Además se logró el apoyo del H. Ayuntamiento con el 33% del costo de los productos orgánicos.

La metodología utilizada es la propuesta por Anderson y McCracken en 1994 para un Diagnóstico e Investigación Participativos (DIP), misma que da la oportunidad de intervenir directamente a todos los involucrados en la producción, en este caso del maíz.

¹Formulador de los productos NUTRITERRA y ALKATERRA y Director Técnico de Lombricultura Mexicana.

²Asesor Técnico de Lombricultura Mexicana.

³Asesor Técnico del PEAT

En el ciclo Primavera-Verano de 1997 se realizó la fase de diagnóstico sobre el cultivo del maíz, coincidiendo en que los insumos necesarios para su producción han incrementado en volumen de aplicación y precio, afectando la fertilidad del suelo y la rentabilidad del cultivo en los últimos años.

Por tal motivo en el ciclo Primavera-Verano de 1998 se propuso el uso de los productos NUTRITERRA (activador biológico) y ALKATERRA (corrector de acidez del suelo) como alternativa para disminuir las cantidades de fertilizante químico y mejorar la fertilidad de los suelos así como la nutrición del cultivo de maíz.

Se propusieron tres diferentes tratamientos los cuales se evaluaron durante todo el ciclo hasta la cosecha. Los parámetros a evaluar fueron el desarrollo del cultivo, costos de fertilización y manejo de los tratamientos.

Resultados

EVALUACIÓN	TRATAMIENTO 1 N-P-K (120-90-30)	TRATAMIENTO 2 N-P- K (87-46-30) +150kg Nutriterra	TRATAMIENTO 3 N-P- K (87-46-30) +150kg Nutriterra+ 1000 kg. Alkaterra
1.- Modo de aplicación	mixta	mixta	mixta
2.- Aplicaciones	2 a 3	1	2
3.- Desarrollo del cultivo	regular a malo	bueno a muy bueno	muy bueno
4.- Costo de fertilización incluyendo aplicación	\$ 1,124.50 con 2 aplicaciones	\$ 866.00	\$ 1,866.00
5.- Costo de producción (\$)	4,174.00	3,516.00	4,666.00
6.- Producción t ha ⁻¹	3.7	4.5	6
7.- Costo/t (\$)	1,128.11	781.33	777.67

Conclusiones

El tratamiento T3 fue el más rentable al incrementar el rendimiento en grano con costo de producción menor por tonelada producida.

El tratamiento T2 fue más económico en costos de producción y de rendimiento superior al tratamiento T1, ya que se incrementó la producción en un 21%.

La introducción de la materia orgánica humificada de accesible aplicación conjunta con fertilizantes tradicionales y a costos inferiores a los sistemas convencionales permitió que fuera aceptada por los productores.

Se concluye que la fertilización organo-mineral es una alternativa que contribuye a incrementar la productividad, sostenibilidad, estabilidad y equidad del cultivo del maíz, según los conceptos de Conway y Barbier, 1994 (citados por Rojo y Valdés, 1996).

Referencia

Anderson, S. y McCracken J. 1994. Manual de Diagnóstico e Investigación Participativos. UADY. Yucatán, México.

García A., J.L. "Manejo del campo temporalero", citado en Memorias, en proceso.

Reyes C., P. 1981. "Historia de la Agricultura en México". pp. 241-272. AGT Editor, S.A. México.

Rojo G., H. y Valdés M., J.L. 1996. "Análisis del agroecosistema de producción de leche en pequeña escala en el ejido de San Cristóbal. Tesis profesional. UAEM. México.

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VERMICOMPOSTA EN LA FERTILIDAD DE UN SUELO CULTIVADO CON MAÍZ

Noé Méndez Avila, Raúl Cuevas González y José Ernesto Sánchez Vázquez¹

Introducción

En la región del Soconusco, Chiapas la pérdida de fertilidad del suelo es un problema que va en aumento, el cual se refleja en la baja producción de los cultivos como el maíz. Sin duda su principal causa es la degradación y erosión de los recursos naturales, debido a la fuerte extracción de nutrientes y a la escasa cobertura de los cultivos que favorecen la erosión, a la utilización exclusivamente de fertilizantes químicos, al manejo inadecuado del suelo y la vulnerabilidad genética que implican los monocultivos (Grajales, 1994; CONAZA, 1994).

Ante esta situación es de vital importancia buscar alternativas en la producción agrícola para mantener la fertilidad y conservar el recurso suelo, con la finalidad de incrementar el rendimiento del cultivo de maíz; la propuesta más viable a esta problemática es sin duda la adición de abonos orgánicos con el objeto de mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Entre los métodos para la producción de abono orgánico se encuentra el vermicomposteo o lombricultura en el cual la lombriz, a partir de su propia dinámica alimenticia y de reproducción funge como agente biológico en la transformación de los residuos orgánico, obteniendo así un excelente material conocido como vermicomposta o humus de lombriz (Reines *et al.*, 1998). El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la incorporación de diferentes dosis de vermicomposta en la fertilidad del suelo y evaluar el rendimiento del cultivo de maíz. ✓

Materiales y Métodos

El presente experimento se realizó en el Rancho "Nuevo Horizonte" del Municipio de Tapachula, Chiapas. Se sembró la variedad de maíz Cargill a una distancia entre surcos de 0.80 m y entre plantas de 25 cm. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con 6 tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos fueron: A: 0, B: 4, C: 6, D: 8, E: 16 t de vermicomposta ha⁻¹ respectivamente y un testigo (F) con fertilizante químico: (156-46-00). Antes de incorporar los tratamientos se realizó un muestreo a una profundidad de 30 cm para determinar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, este mismo proceso se realizó al finalizar el experimento para conocer los cambios en dichas propiedades, la aplicación de los tratamientos se realizó distribuyendo el material sobre la superficie e incorporándolo con azadón a una profundidad de 10 cm. Las variables a evaluar fueron: días a emergencia, días a floración, área foliar y rendimiento. Cada 15 días se realizaron muestreos en las variables: altura de planta y diámetro del tallo.

¹ El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Carretera Antigua Aeropuerto Km. 2.5 Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chiapas, México. Tel. 01 (962) 81103, 81104. Fax (962) 81015. E-mail: rcuevas@tap-ecosur.edu.mx

Resultados

Los resultados obtenidos demuestran que con respecto a la textura no hubo diferencia entre los tratamientos: los mayores incrementos se dieron en materia orgánica, aumentando 0.12% en los tratamientos C y D. En nitrógeno no hubo cambios; el P_2O_5 , Ca, Mg, Mn, B y Cu, aumentaron 19.7, 0.01, 0.11, 5.27, 0.26 y 0.4 ppm, respectivamente en el tratamiento E; el K_2O aumentó 0.22 ppm en el tratamiento E. El pH disminuyó (0.07) en el tratamiento D. Con lo que respecta a la microbiología del suelo, el análisis inicial reportó 286×10^4 unidades formadoras de colonias (UFC) y al final la mayor población se encontró en el tratamiento E con 72×10^5 UFC, diferente estadísticamente a los tratamientos A y F con poblaciones de 50×10^4 y 125×10^3 UFC respectivamente. Para las variables en el cultivo de maíz los resultados fueron: Para días a emergencia, una diferencia significativa, según la prueba de Tukey al 0.05%, siendo los mejores tratamientos B y D que presentaron emergencia a los 4 días. Para las variables altura de planta, diámetro de tallo, área foliar y días a floración los análisis de varianza indicaron que no existe diferencia entre los tratamientos. En la variable rendimiento de acuerdo con el análisis de varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos, en donde el mejor tratamiento resultó ser el E con un rendimiento de 5.2 t ha^{-1} , seguido de los tratamientos F con 4.64, C con 4.60, D con 4.44, B con 4.32 y A con 3.0 t ha^{-1} respectivamente.

Discusión

Para textura era de esperarse ese resultado ya que resulta difícil cambiar la textura del suelo. El contenido de materia orgánica seguramente se incrementó debido al contenido de materia orgánica de la lombricomposta (55.06) o quizás a la carga bacteriana que presenta el material que ayudó a degradar los materiales orgánicos presentes en el suelo. Para el N donde no existieron cambios, fue debido a que el maíz siendo una Poaceae requiere grandes cantidades de este elemento, como lo mencionan Ortiz y Ortiz (1984). El fósforo y el potasio aumentaron debido al contenido de estos elementos en la lombricomposta que se utilizó para el experimento, estos resultados son similares a los obtenidos por Piedra *et al.* (1996). El incremento de calcio, magnesio, manganeso, boro y cobre en el tratamiento E se debe a que fue la mayor dosis de lombricomposta aplicada. En todos los tratamientos con lombricomposta aumentó el número de microorganismos, excepto en el tratamiento con aplicación de fertilizante químico debido al efecto del fertilizante sobre los microorganismos del suelo, como lo menciona Alexander (1980). El mejor tiempo de emergencia se debió a que la lombricomposta en el suelo retiene mayor cantidad de humedad, aporta sales orgánicas y, por su baja plasticidad y cohesión, aumenta la temperatura del suelo, favoreciendo la germinación y emergencia de las semillas (Bollo, 1985). El rendimiento aumentó debido a que la lombricomposta proporciona los nutrientes en forma disponible para que la planta cumpla satisfactoriamente su desarrollo fisiológico, este rendimiento obtenido es inferior a los obtenidos por Hernandez *et al.* (1988), quienes obtuvieron un rendimiento de 9.57 t ha^{-1} con la aplicación de 4.5 t de lombricomposta ha^{-1} .

Conclusiones

La incorporación de vermicomposta a dosis de 16 t ha⁻¹ mejoró considerablemente las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

La fertilización con vermicomposta a dosis de 16 t ha⁻¹ incrementó la producción de maíz, en comparación con los testigos fertilizante químico y 0 t ha⁻¹ de vermicomposta.

Referencias

- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT Editor, S.A. México. p.34.
- Bollo, T. E. 1985. Humus de la lombriz y su aplicación. Lombricultura SCIC. Centro de Investigación y Desarrollo. Quito, Ecuador. p. 1-6.
- CONAZA (Comisión Nacional de Zonas Áridas). 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México. Saltillo, Coahuila. México. FAO-FIAT-PANIS. p. 74-95.
- Grajales, S. M. 1994. Marco de referencia para la investigación en el cultivo de maíz. CAERI-INIFAP. p. 14.
- Hernández, F. M., V. M. Montiel y J. L. Fernández. 1998. Rendimiento de maíz en tres dosis de lombricomposta. Resumen IX Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Instituto Tecnológico Agropecuario de Comkal, Yucatán, México. Noviembre 23 de 1998. p. 51.
- Piedra, C., L. Herrera, J. Gandarilla, I. Sanchez y O. Borges. 1996. Fertilization of the CEMSA ³/₄ BANANA (*Musa sp. AAB*) in salt affected soil. Centro de investigaciones de suelos salinos. Camaguey, Cuba. Internet. <http://www2.cenial.inf.cu/dpub/agrisost/a23.htm>. (28 de noviembre de 1998). 3 p.
- Reines, A. M., C. Rodríguez, A. Sierra y M. M. Vázquez. 1998. Lombrices de tierra con valor comercial; biología y técnicas de cultivo. Universidad de la Habana y Universidad de Quintana Roo. México. p. 45-48.
- Villamizar, M.J. 1997. Evaluación y utilización de diferentes fuentes en la nutrición del cultivo del maíz (*Zea mays*) en García Rovira, Centro de Investigación El Arsenal.

ABONOS ORGÁNICOS SOLOS Y COMBINADOS SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAÍZ

Ma. del Rocío Romero Lima¹

Introducción

Los abonos orgánicos aportan al suelo materia orgánica, nutrientes y microorganismos, con lo que se favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas, por lo que su uso está considerado dentro de las estrategias de manejo de agrosistemas sustentables (Labrador, 1996). Diversos estudios han demostrado incrementos en la producción de cultivos al combinarse abonos orgánicos con fertilizantes químicos. El maíz es un cultivo que responde positivamente a la fertilización mineral (Turrent *et al.*, 1992), lo cual ha sido una práctica común entre los agricultores maiceros en áreas de riego o buen temporal, aunque la mayoría de productores son minifundistas, temporaleros y con problemas, entre otros, en la fertilidad del suelo. En los ciclos PV 1997 y 1998 se realizaron pruebas de campo con abonos orgánicos solos y combinados, con el objetivo de evaluar el efecto de éstos sobre el desarrollo del cultivo, rendimiento y calidad del producto.

Materiales y Métodos

En el lote 6 del campo San Martín del CAEUACH en 1997 se establecieron cinco tratamientos: (O) Testigo, (A) avena como abono verde, (A+E) A más estiércol vacuno, (A+F) A más el equivalente a 40 kg de P₂O₅ y (A+E+F). Se sembró a una densidad de 50,000 plantas ha⁻¹, con maíz cv. chalqueño. La avena se incorporó un mes antes de la siembra, el estiércol (0.73% N, 1.13% P y 0.91% K) 4 días antes en proporción equivalente a 5 t ha⁻¹ y el fertilizante DAP al momento de la siembra. En 1998 se usó maíz cv. campesino y se probaron tres tratamientos (0, 4 y 8 t ha⁻¹) de una composta madura (C) (0.81% N, 0.77% P y 0.81% K), sobre una rotación con avena incorporada dos meses antes de la siembra. La composta se incorporó 21 días antes de la siembra. El diseño experimental fue en bloques al azar, con cinco repeticiones en 1997 y con seis repeticiones en 1998. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, rendimiento y porcentaje de mazorcas (buenas, pequeñas, deformes o con daño por plagas y olotes o no llenadas). El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza con el paquete estadístico SAS, en forma independiente para cada año.

Resultados

En las variables evaluadas no se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto de los tratamientos, aunque el desarrollo y rendimiento del cultivo fue mejor en 1997, como se observa en el Cuadro 1. De este año el tratamiento con abonos orgánicos y complemento mineral (A+E+F) presentó el mayor rendimiento pero mayor proporción de mazorcas con daño en punta por plagas. El tratamiento de avena como abono verde tuvo el mejor desarrollo del

¹ Profesora-Investigadora. Área de Agronomía. Programa de Agricultura Orgánica. UACH.
Correo: rociort@taurus1.chapingo.mx.

cultivo en altura. Cuando se combinó abono verde y fertilizante se redujo la altura y aunque hubo menor proporción de daño por plaga, se incrementó el porcentaje de mazorcas muy pequeñas o que no llenaron. Al combinarse un abono verde (avena) que proporciona material fácilmente mineralizable con estiércol, es posible que se incremente la actividad biótica del suelo e inmovilice los nutrientes disponibles a las plantas, por lo que como se observa en el tratamiento A+E se obtuvo una respuesta similar al testigo. Las condiciones climáticas de 1998, altas temperaturas y baja precipitación en el primer semestre y temporal mal distribuido, afectaron la mineralización y lixiviación de nutrientes de los abonos orgánicos, aunado a que el aporte mineral de la composta (27-7-38 con 4 t ha⁻¹ y el doble para 8 t ha⁻¹) estuvo por abajo del requerido por el cultivo (120-40-20) incidieron en deficiencias graves para el cultivo, donde se observó que incluso con más composta (8 t ha⁻¹) se obtuvo menor rendimiento que con el testigo. Además de baja altura hubo un comportamiento anormal del cultivo manifestado en un alto ahijamiento y cuateo de mazorcas, se evidenció en las altas proporciones de mazorcas pequeñas y deformes, y en el bajo rendimiento.

Cuadro 1. Altura, rendimiento y porcentaje de mazorcas clasificadas en maíz.

Tratamiento	Altura m	Rendimiento kg ha ⁻¹	Mz Buena %	Mz Peq y Def %	Mz O %
1997					
O	1.99	4120	56.4	20.7	22.9
A	2.27	4864	48.0	27.1	24.9
A+E	1.99	4144	46.6	29.3	24.1
A+F	2.14	4258	37.7	16.7	45.6
A+E+F	2.25	5749	45.6	30.1	24.3
1998					
O	1.41	960	34.7	59.6	5.7
4 C	1.51	1042	45.9	47.9	6.2
8 C	1.49	829	41.9	50.4	7.7

Mz = mazorca

CONCLUSIONES

El efecto de los abonos depende tanto de las características propias como de factores ambientales como temperatura y distribución de la precipitación. Los abonos orgánicos en dosis bajas sin balance mineral pueden reducir los rendimientos y calidad del producto.

REFERENCIAS

- Labrador M. J., 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Mundi Prensa. España.
 Turrent F., A. et al. 1992. Manual de diagnóstico, recomendación para el cultivo de maíz en el estado de México. SARH, INIFAP, CEVAMEX. Chapingo, México.

LOMBRIZ ROJA CALPEÑA; VISCISITUDES DE UNA EXPERIENCIA CON UN RECURSO NATURAL EN EL EDO. DE PUEBLA

David Alejandro Ortiz¹ y Gloria Martínez Victorino²

Introducción

En la región occidental del estado de Puebla, a las faldas del volcán Popocatepetl, se localiza el Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario No. 185 (CBTa 185), extensión Calpan, lugar donde se desarrolló de Febrero de 1997 a Junio de 1998 una experiencia con lombrices criollas. Las cuales se mantuvieron bajo cautiverio para observar su comportamiento con la finalidad de reproducirlas y explorar su potencial en la producción de abono orgánico. El propósito del presente trabajo es dar a conocer la experiencia del rescate, identificación, problemas de manejo y necesidades de investigación de la Lombriz Roja Calpeña, un recurso natural del área de influencia del CBTa 185, extensión Calpan.

Materiales y Métodos

Se utilizaron materiales que de manera local estaban disponibles y en algunos casos considerados como desecho; rastros, esquilmos de hongos comestibles (*Pleurotus*) y estiércol de conejo, los cuales fueron usados como alimento para las lombrices. En la construcción de la cama se utilizaron pedazos de plástico de invernadero y una docena de blocks de cemento. Otro elemento importante fue la localización de una población de lombriz nativa que vivía en los residuos de un silo abandonado en las inmediaciones del CBTa 185. La existencia de estos materiales por separado de nada hubieran servido sin la articulación de tres elementos estratégicos que determinaron la realización de la experiencia aquí descrita; a) La información sobre el potencial de las lombrices de tierra para la producción de humus de alta calidad para regeneración de la fertilidad de suelos agrícolas, b) El interés y entusiasmo de dos trabajadores y un alumno de la escuela que de manera voluntaria se ofrecieron en capturar la totalidad de la lombriz localizada y c) Haber considerado y convertido las severas condiciones de restricción económica en una oportunidad para utilizar la lombriz nativa.

El peso total de las lombrices colectadas fue de 6 kilogramos. Se intentaron diversas formas de manejo, que de manera alternada consistieron en establecer la cama de lombriz bajo jaulas de conejos y a cielo abierto. La falta de drenaje y las dificultades burocráticas para tener acceso a las instalaciones donde se localizaban las lombrices obligaron a sacarlas a cielo abierto. Aquí el problema que se presentó fue a causa del topo, el cual ocasionó una pérdida de dos kilos de

¹ Técnico de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural 121, Cholula, Pue. (DGETA), Privada de la 32-A Poniente # 2312, Col. Las Cuartillas, C.P. 72080, Puebla, Pue. Tel: 01 (2) 2 32 51 80.

² Paratécnica del Programa Mujeres en el Desarrollo Rural de la SAGAR en la Región Valle de Puebla (Zona Alta). E. Zapata # 301, San Andrés Calpan, Pue. C.P. 74180.

lombriz. Otros problemas que se presentaron fueron la muerte por deshidratación al momento de la cosecha, por lo cual se tuvo una pérdida de un kilo de lombriz. Finalmente, otra dificultad que se presentó fue de carácter institucional, al no ser suficiente el apoyo brindado por las autoridades para desarrollar la iniciativa de lombricultura.

La identificación de la lombriz¹ se realizó en la UNCADER (Unidad de Capacitación para el Desarrollo Rural) de la DGETA-Veracruz, dando como resultado *Eisenia fetida fetida* y *Eisenia fetida andrei*. Una inspección ocular semanal, cualitativa, desarrollada durante año y medio mostró una población muy activa, encontrando huevecillos, lombrices infantiles, juveniles y adultas; así como apareamientos en la mayor parte del año, exceptuando el Invierno, donde la actividad bajó sensiblemente debido posiblemente, a las bajas temperaturas nocturnas, que frecuentemente llegan al punto de congelación.

Dentro de las necesidades de investigación detectadas se encontraron: a) Evaluar el ciclo biológico de la Lombriz Roja Calpeña en sustratos baratos y abundantes de la región, como el estiércol de acémila y ganado vacuno, desechos de paja de hongos comestibles y rastrojos de maíz y frijol, b) Realizar experimentos en charolas para evaluar la germinación en lombricompostas de las principales hortalizas y frutales de la región, c) Evaluar el comportamiento de las poblaciones de lombrices nativas en huertos y/o tierras de cultivo manejadas con labranza de conservación e incorporando otras fuentes y cantidades adicionales de materia orgánica.

Conclusiones

- a) La evidencia empírica y la clasificación taxonómica de las especies nativas mostraron posibilidades para ser utilizadas en lombricomposteo. Sin embargo;
- b) Es necesario evaluar su eficiencia reproductiva y de producción en los diferentes sustratos regionales.
- c) La capacitación de recursos humanos y la difusión del potencial de la lombricultura, son elementos estratégicos, que deberán ser considerados como prioritarios.
- d) Existe la posibilidad de que la tecnología pueda ser desarrollada por otras instituciones del sector agropecuario, por lo que las autoridades de la DGETA deberán apoyar decididamente esta iniciativa de la cual es pionera en México.

Referencias consultadas pero no citadas

- Ferruzi, C.1986 *Manual de lombricultuta*, Mundi-Prensa, Madrid, 138 pp.
- Santamaría R., S. y Ferrera-Cerrato, R.1996 *Calidad de vermicompostas obtenidas de diferentes residuos para la producción orgánica de hortalizas*. Resúmenes del II Simposio Internacional y III Reunión Nal. sobre Agricultura Sostenible: Una Contribución al Desarrollo Agrícola Integral, 1º al 3 de Dic., San Luis Potosí, Méx., pp.31,.
- Witrago Razo, Ma. E..1996 Identificación y cuantificación de lombriz de tierra en dos sistemas de labranza bajo dos tipos de cobertura. Tesis profesional. UACH, Chapingo Edo. de Mex., 51 pp.

¹ A cargo de Bocanegra G., J. y Granados M., Ma.

EFFECTO DE DESECHOS ORGÁNICOS DEL ESTADO DE TABASCO EN EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE *Eisenia foetida* Sav.

Leonardo Durán y Olgún Esteban Escamilla Prado ¹

Introducción

Actualmente existe la necesidad de desarrollar investigación con miras a difundir actividades que permitan procesar y reciclar desechos orgánicos para contrarrestar los problemas de contaminación y degradación ambiental, además de que puedan generar productos útiles para el desarrollo de las actividades humanas en la perspectiva de la agricultura sustentable. La lombricultura es una biotecnología que cumple con los requisitos anteriormente mencionados, a través de la cual se obtiene abono orgánico de calidad y harina de lombriz para la alimentación animal y humana. El presente trabajo forma parte de un estudio más amplio que consiste en caracterizar tres desechos orgánicos del estado de Tabasco (cachaza, cáscara de cacao y desechos de plátano), en su utilización para la elaboración de lombricompostas; por lo que el objetivo de este trabajo es presentar el efecto de los desechos orgánicos mencionados sobre los parámetros poblacionales de *Eisenia foetida* Sav., al utilizarlos tanto de manera individual como combinados.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el CRUSE - UACH, ubicado en el municipio de Teapa, Tabasco, en condiciones climáticas cálido húmedas. Los materiales se sometieron a un proceso de precomposteo (en el caso de los desechos de plátano y la cáscara de cacao tuvieron que ser previamente molidos); una vez superada la fase termófila se realizó la P50L con la finalidad de verificar que los materiales eran aptos para la alimentación de las lombrices; cabe señalar que los desechos de plátano presentaron serios problemas para ser aceptados por sí solos debido a la alcalinidad del material. En función de lo anterior, se definieron los siguientes tratamientos: T1= cachaza (50%) + cáscara de cacao (50%), T2= cáscara de cacao (100%), T3= cachaza (100%), T4= desechos de plátano (50%) + cachaza (50%), T5= desechos de plátano (50%) + cáscara de cacao (50%). El experimento se instaló en bandejas de plástico de 30 x 25 cm, las cuales se llenaron con una capa de 10 cm del sustrato a evaluar y 300 lombrices adultas, utilizando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Al cabo de un mes se tomaron las siguientes mediciones: N° de huevos, N° de lombrices juveniles, peso por muestra de 10 lombrices y pH. Para evaluar los dos primeros parámetros se tomó una

¹ Resultados preliminares del trabajo de tesis de licenciatura del primer autor.

² Alumno del 7° año de la CIAEZT-UACH. CRUO-UACHapingo, km 6 carretera Huatusco - Xalapa. C.P. 94100, A.P. 49; Huatusco, Veracruz. E-mail: leonardochap@yahoo.com

³ Profesor investigador. CRUO - UACHapingo. km 6 carretera Huatusco - Xalapa. C.P. 94100. A.P. 49, Huatusco, Veracruz. E-mail: cruo_uach@iqia.com.mx

muestra representativa en forma aleatoria de 5 x 5 cm (sobre la superficie). El pH se determinó con potenciómetro en una suspensión en agua 1:4.

Resultados y Discusión

Para las variables evaluadas se obtuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos. En el Cuadro 1 se observan los valores promedio de cada tratamiento. Analizando los resultados, se observa que T1 presentó el mayor número de huevos así como de lombrices juveniles, en tanto que T4 mostró la mayor biomasa (peso por 10 lombrices), contrastado con sus bajos índices reproductivos. En cuanto al pH, todos los sustratos resultaron ser alcalinos, presentando los valores más elevados el T4; por otra parte, si se comparan con el pH de los materiales precomposteados sin inocular con lombrices (cachaza 7.9, cáscara de cacao 7.8, y desechos de plátano 10.4), se observa que en los dos primeros materiales hubo un ligero aumento en los tratamientos que los contenían al 100% (T2 y T3) y un aumento más drástico cuando se combinaron al 50% (T1); en el caso de los desechos de plátano, su elevado pH fue la razón por la que no pudo ser utilizado al 100%, pero al combinarlo con los otros dos materiales (T4 y T5) disminuyó significativamente su alcalinidad y pudo ser ingerido por las lombrices.

Cuadro 1. Valores promedio de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Huevos (Nº)	Juveniles (Nº)	Peso (g)	pH
T1	83.7 a [†]	16.5 a	4.5 b	8.7 c
T2	28.2 b	10.7 b	2.6 d	8.0 d
T3	26.0 b	6.2 c	4.3 b	8.3 d
T4	8.0 c	0.0 c	5.7 a	9.3 a
T5	4.5 c	0.0 c	3.2 c	9.0 b

[†]Medias con diferente letra en las columnas son estadísticamente diferentes (Duncan al 1%)

Conclusiones

El tipo de material utilizado en la elaboración de lombricompostas tuvo diferencias significativas en la capacidad reproductiva y la biomasa de *Eisenia foetida* Sav. La combinación de los sustratos presentó mejores resultados en estos indicadores. El sustrato con las mejores características en cuanto a crecimiento poblacional fue el que combinó cachaza y cáscara de cacao al 50%; los que contienen desechos de plátano mostraron mayor alcalinidad y los valores más bajos en los parámetros reproductivos.

Referencias Consultadas

- Aguilar B., G. 1997. Uso potencial de la lombriz de tierra *Eisenia foetida* en la transformación de desechos orgánicos en Chapingo, México. Tesis profesional, UACH, Chapingo, México.
- Hernández V., J. 1996. Tratamiento de residuos sólidos orgánicos urbanos utilizando lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). Tesis profesional, UACH, Chapingo, México.
- Martínez, C. 1996. Potencial de la Lombricultura. Lombricultura Técnica Mexicana. Edo. de Mex., México.
- Porchas M., J. 1993. Utilización de diferentes sustratos en la producción de lombriz roja de California (*Eisenia foetida*). Tesis profesional, UACH, Chapingo, México.

UTILIZACION DE LOS DESECHOS DE PLÁTANO PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOSTA

José Francisco Camacho López¹ y José Ernesto Sánchez Vázquez²

Introducción

El vermicomposteo es una biotecnología que permite transformar los desechos orgánicos en abono de excelentes propiedades. Este producto se obtiene de la cría y manejo adecuado de la lombriz *Eisenia foetida*. Este producto conocido como lombricomposta, es estable, de estructura coloidal, rico en N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, y Mo. Es altamente benéfico para las plantas y para el mejoramiento del suelo (Aranda, 1988). En el Soconusco, Chiapas se generan anualmente alrededor de 57,850 toneladas de desechos de plátano, que no cumple con el estándar de calidad y que se convierte en un problema no resuelto para las empacadoras de la región.

Materiales y Métodos

El material biológico utilizado fue la especie *Eisenia foetida*. El sustrato fue desechos de plátano mezclados con estiércol y bagazo de caña. El trabajo se desarrolló en ECOSUR Unidad Tapachula Chis. a 130 msnm, con una temperatura media del aire de 28 °C durante los meses de junio-agosto. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los cuales fueron: T_A = 893 lomb/ m², T_B = 1071 lomb/ m², T_C = 1250 lomb/ m², T_D = 1428 lomb/m² y T_D = Testigo (sin lombrices). Las variables observadas fueron: producción de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas, temperatura, humedad, pH, contenido de materia orgánica, N, P, K, CIC, ácidos húmicos, fúlvicos y textura.

Los recipientes utilizados fueron cesta de plástico de 30 x 40x 70 cm que forman una superficie de (0.28 m²). Semanalmente se obtenían de cada cesta dos muestras del material en proceso con tubo de PVC de 6.1 cm de diámetro (29.2 cm²) y de 40 cm de largo, se contaron el número de lombrices jóvenes y lombrices adultas presentes en la muestra y se extrapoló a número de individuos/m². El peso de las lombrices se obtuvo por promedio de las muestras durante 10 semanas. A cada lombricomposta se le realizó el análisis físico y químico mencionado.

Resultados

La temperatura y pH en la mezcla, se ubicaron en el límite del rango normalmente recomendado y señalado por Appelhof (1982) de 15-30 °C y 7.0 respectivamente, la humedad del sustrato fue de 70%. La liberación de capullos de los cuatro tratamientos se inició en la primera semana, lo que indicó buena adaptación de las

¹ Director de CONALEP Huixtla, Chiapas. Tel. y Fax 01 (964) 2-20-47.

² El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Carretera Antigua Aeropuerto Km. 2.5 Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chiapas, México. Tel. 01 (962) 81103, 81104. Fax 81015.
E-mail: esanchez@tap-ecosur.edu.mx

lombrices adultas observándose la máxima liberación en los tratamientos C y D con 5,792 y 5,219 capullos /m² respectivamente, lo que en promedio es un capullo por lombriz, ya reportado por Ferruzzi (1987). Por su parte Hartenstein *et. al* (1979), señalan que la postura varía de manera inversa con la densidad de población y con la edad. La eclosión de los capullos inició a la tercer semana, prolongándose por 4 semanas más. La máxima aparición de lombrices juveniles fue de 12,400 lomb/m² en la semana 8, en 3 de los cuatro tratamientos; el tratamiento A, diferente estadísticamente de los otros tres, obtuvo un valor de 7,473 lomb/m², en la semana 7. La emergencia de lombrices jóvenes fue de 3 lombrices por capullo, este dato concuerda con Appelhof (1982); pero varía con lo reportado por Ferruzzi (1987) de 2-20 lombrices por capullo. Por su parte Watanabe y Tsukamoto (1976) mencionan que la emergencia de los capullos varía estacionalmente durante el año con un máximo en invierno y mínimo en verano dato que coincide con la emergencia de lombrices jóvenes. El peso promedio en las lombrices recién nacidas fue de 2 mg, que se incrementó alcanzando un peso de 300 mg, en la semana 10, al alcanzar la madurez sexual. Hartenstein *et. al*. (1979), señalan que la madurez sexual depende de la densidad de población y que alcanzan la madurez en la séptima semana. En la semana 8 se cuantificó un máximo de población en el tratamiento D con una biomasa de 1203 g/m², sin embargo no existió diferencia significativa en los tratamientos B y C que fueron diferentes al tratamiento A. La vermicomposta obtenida presentó las siguientes características físicas y químicas: textura migajón-arcillosa, pH 7.73, N 1.84%, P 0.69%, K 0.98%, M.O. 22.41%, Ca 1.52%, CIC. 37.62 me/100 g de vermicomposta, ácidos húmicos 2.36%, ácidos fúlvicos 4.34% y Mg 0.77%.

Conclusiones

La transformación de los desechos de plátano con la lombriz *Eisenia fetida* es factible de acuerdo al tiempo de degradación y por la adecuada reproducción de los tres estadios observados en este experimento. La lombricomposta obtenida es un material que presenta características físicas y químicas adecuadas desde el punto de vista agronómico para mejorar la fertilidad de los suelos.

Referencias

- Appelhof M. 1982. *Worms eat my garbage*. Ed. Flowers Press. Kalamazoo, Michigan, USA.
- Aranda D, E. 1988. La utilización de las lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. *Acta Zoo. Mex.* (ns),27,21-23.
- Ferruzzi C. 1987. *Manual de Lombricultura*. Ed. Mundiprensa. Madrid p.1-27
- Hartenstein R. E. .R. Neuhauser and D. L. Kaplan. 1979.Reproductive potential of the eartworm *Eisenia fetida*. *Oecologia* 43,329-340.
- Watanabe H. and J. Tsukamoto 1976. Seasonal change in size, class and stage structure of Lumbricid *Eisenia foetida* population in field compost and its practical application as the decomposer of organic waste matter. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*13(1):141-146.

CRECIMIENTO EN BIOMASA DE *EISENIA ANDREI* EN COMBINACIÓN DE PULPA Y ASIENTO DE CAFÉ

Daniel Romero Parissi¹

Introducción

La biofertilidad del suelo está siendo continuamente agredida por el hombre, es necesario aminorar esta agresión y realizar medidas de mejoramiento, una forma de mejorar esos suelos es aplicando bioabonos como el vermicompost (Martínez, 1998).

El interés por el uso de nuevos sustratos en lombricultura ha puesto de manifiesto alternativas para producción de abono orgánico. Una más que por sus características y disponibilidad podría ser utilizada como sustrato para su conversión por las lombrices, es el asiento o bagazo de café que se desecha de las plantas descafeinadoras. Este material se produce en gran cantidad en las diversas plantas descafeinadoras del estado de Veracruz, en la región de Córdoba existen 2 plantas que producen más de 1000 toneladas de bagazo al año (Hernandez, 1999). El bagazo en ocasiones se tira a los cañales como "abono" sin compostear o se tira en ríos y arroyos cercanos a las plantas de producción.

En 1988 Aranda publica los primeros trabajos para México sobre la utilización de la pulpa de café en lombricultura. Rodríguez *et. al* (1992) mencionan que la producción de *Eisenia foetida* se puede masificar mediante la utilización de cereza de café (pulpa) como fuente primaria de alimento en ambientes semicontrolados. Posteriormente Irissón en 1995 hace una caracterización completa sobre la lombricomposta de pulpa de café. En la UNCADER de Coatepec, Ver. se han realizado diversas pruebas sobre el composteo de pulpa de café mediante lombriz (Bocanegra *et al.*, 1997). García (1999) utilizó mezclas de bagazo con gallinaza y cachaza de caña sin mencionar el tiempo de descomposición ni el incremento en biomasa de la lombriz.

Materiales y Métodos

- El presente trabajo se realizó en la granja lombrícola LOMBRICOR ubicada en la comunidad de San Rafael Caleria, Córdoba, Ver. durante los meses de marzo a julio de 1999.

Se dispuso de seis camas de 1m de anchura por 2m de longitud, preparadas con los sustratos y en las proporciones que se indican en el cuadro1, mezclando carretillas de cada material. A cada cama se le incorporó 2 kg de lombriz. Se alimentó a las lombrices 2 veces más con los mismos tipos de sustrato y en la misma cantidad cada vez que era necesario durante el periodo de trabajo de cada modalidad. Se mantuvo la humedad entre un 70 y 75% durante el experimento.

¹ LOMBRICOR, Lombricultura de Córdoba. Av. 34 No. 619 CP. 94516 Córdoba, Ver. Tel. 01-271-2-65-75

Una vez que la lombriz terminó de compostear la comida de cada cama, se procedió a separar la lombriz del abono para pesarla.

Resultados

La lombriz presentó poca aceptación al bagazo de café como único alimento; sin embargo, cuando se mezcló con pulpa, éste pudo compostearse en forma eficiente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la composición de las camas en el incremento de biomasa de *Eisenia andrei* y en el tiempo del proceso de composteo

Camas	Dieta	Peso inicial	Peso final	Incremento	Días	pH inicial	pH final
1	Pulpa de café 100%	2 kg	8.8 kg	6.8kg	86	5.9	7.2
2	Pulpa de café 100%	2 kg	8.5 kg	6.5kg	91	5.9	7.2
3	Pulpa y bagazo 50-50%	2 kg	7.3 kg	5.3kg	108	5.7	7.1
4	Pulpa y bagazo 50-50%	2 kg	7.5 kg	5.5kg	105	5.8	7.1
5	Bagazo de café 100%	2 kg	3.4 kg	1.4kg	149	5.5	6.9
6	Bagazo de café 100%	2 kg	3.6 kg	1.6kg	143	5.5	6.9

Conclusiones y recomendaciones

El bagazo de café o asiento sí pudo compostearse por medio de la lombriz, pero no se recomienda utilizarlo como sustrato único, ya que la lombriz lo consumió en forma lenta. Por otro lado, ésta mostró una tasa de crecimiento poblacional baja cuando se le alimentó exclusivamente con bagazo. Mezclando el bagazo con la pulpa, se logró un incremento notable de la biomasa de lombrices así como un aumento en la velocidad del composteo. Es necesario caracterizar el abono producido de esta manera, así como probarlo en diferentes cultivos.

Referencias

- Aranda, D.E. 1989. Perspectivas de la utilización de lombrices en la transformación de pulpa de café en abono orgánico, Boletín Técnico del Café. 7:7 INMECAFE Xalapa, Ver.
- Bocanegra, G.J. 1997. Vermicultura, una opción tecnológica para el reciclaje de residuos orgánicos. *Agroentorno*. Ver. México. Nov: 19-21.
- García, R. D. 1999. Descripción del comportamiento de *Carica papaya L. Var. Maradol* ante la aplicación de diferentes abonos orgánicos (Lombricomposta). Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Veracruzana, Córdoba, Ver.
- Irison, N. S. 1995. Calidad del abono y de la lombriz de tierra resultantes del Lombricompostaje de la pulpa de café. Tesis profesional. Facultad de Química Farmacéutica Biológica, Universidad Veracruzana. Xalapa Ver, México.
- Kasinka, 1999, comunicación personal con el Ing. Juan Hernández gerente de Operaciones de Kasinka Córdoba, Ver.
- Martínez, C. A. 1998. ¿Qué es la biofertilidad?. *Agroentorno*, sept. Ver. México.9-10.
- Rodríguez, P.F; G. Velázquez; C. Chamorro, y N. Martínez 1992. Adaptación Tecnológica de la Lombricultura en la zona cafetera de Albán Cundinamarca. *Acta Biológica Colombiana*. 7-8:91-109.

Das ist die erste Ausgabe der Zeitschrift, die in diesem Jahr erschienen ist.

Redaktion

Die Redaktion der Zeitschrift befindet sich in der Hauptstadt des Landes.

Die Redaktion der Zeitschrift befindet sich in der Hauptstadt des Landes.

№	Titel	Verfasser	Seiten
1	Die erste Ausgabe	Dr. Schmidt	1-10
2	Die zweite Ausgabe	Dr. Schmidt	11-20
3	Die dritte Ausgabe	Dr. Schmidt	21-30
4	Die vierte Ausgabe	Dr. Schmidt	31-40
5	Die fünfte Ausgabe	Dr. Schmidt	41-50
6	Die sechste Ausgabe	Dr. Schmidt	51-60

Die Zeitschrift ist eine wichtige Quelle für die Kenntnis der Geschichte und Kultur des Landes.

Referenzen

Die Zeitschrift ist in der Bibliothek des Landesarchivs aufbewahrt.

Mesa de Trabajo 2

LOMBRICOMPOSTAJE DE LA PULPA DE CAFÉ EN MÉXICO

Eduardo Aranda D.¹ e Isabelle Barois B.²

Introducción

México fué el primer país en proponer y utilizar en 1985, la Eco-tecnología del Lombricompostaje para la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. En la actualidad, no solo México sino la gran mayoría de los países cafetaleros utiliza y prefiere este método para la producción de abono orgánico para mejorar la estructura y fertilidad de sus suelos o como sustrato nutritivo para el crecimiento de las plantas. Por sus cualidades y efecto beneficioso, el abono no solo se ha utilizado dentro del propio medio cafetalero, sino también comercialmente en otros cultivos agrícolas, hortalizas y jardinería en general.

Materiales y Métodos

El presente trabajo expone de manera general las investigaciones realizadas sobre las especies más utilizadas, sus diferencias y cualidades, su influencia y papel en la transformación de la materia orgánica y la eficiencia y conversión que resultan de este proceso. Se exponen las diferentes estrategias de su cultivo, la preparación y condiciones del sustrato, la inoculación y crianza de las lombrices, así como la separación y cosecha del abono, su preparación, envasado y comercialización. Se comentan las experiencias y resultados de la aplicación y utilización productiva de los productos obtenidos, resaltando su papel como sustrato de crecimiento para las plantas.

Desarrollo

Se presentan ejemplos reales de operación de instalaciones de lombricompostaje de pulpa de café en México, su establecimiento, manejo, volúmenes y balances de materiales, mano de obra implicada, así como usos y destino de los productos obtenidos. Se añaden experiencias y propuestas recientes de aplicación de las aguas mieles del beneficiado húmedo del café hacia las literas de lombricompostaje, como una alternativa sencilla y eficiente para el aprovechamiento alterno de las aguas residuales de la agroindustria cafetalera.

Conclusiones

Los resultados de las investigaciones y promoción realizadas, junto con la demanda de desarrollo de similares aplicaciones comerciales hacia otros residuos

¹ Terranova Lombricultores, Loma Escondida # 5, Zoncuanitia, Coatepec, Ver. eadtnova@edg.net.mx

² Instituto de Ecología, A.C., km 2.5 carret. Antigua a Coatepec, Xalapa, Ver. isabelle@ecologia.edu.mx

orgánicos, agroindustriales, pecuarios y del medio urbano, indican y demuestran que la potencialidad y aplicación de esta tecnología está solo empezando a ser explorada.

Referencias

- Aranda, D.E. 1988. La utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en Abono Orgánico. *Acta Zoológica Mexicana*, nueva serie 27: 21-23.
- Aranda, D.E. 1989. Perspectivas de la utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. *Boletín Técnico de Café, INMECAFE*, México. 7, 8 p.
- Aranda, D.E. 1991^a. El Vermicompostaje; una nueva alternativa para la transformación de la pulpa de café en Abono Orgánico. en: *Resúmenes del XIV Simposio de Cafeticultura Latinoamericana*, Panamá, C.A. 120 p
- Aranda, D.E. 1991^b. El Vermicompostaje, la alternativa ecológica para transformar la pulpa de café en abono orgánico. en: *Resúmenes del II Seminario Internacional de Biotecnología en la Agroindustria Cafetalera*, Orstom-Cenicafé, Manizales, Colombia.
- Aranda, D.E. 1997. El Cultivo de Lombrices; Una solución ecológica, sencilla y eficiente para producir abono con nuestra basura orgánica doméstica. en: *Reducción y Reciclaje de Residuos Sólidos Municipales*. Hernandez, C. F. y S. Gonzalez (eds.) PUMA-UNAM. México, D.F. 257-268.
- Aranda, D.E. y I. Barois, 1998. Progress of Vermicomposting in México. en: 6th. International Symposium of Earthworm Ecology, 31 agosto- 4 septiembre de 1998. Vigo, España.
- Aranda, D.E., I. Barois, P. Arellano, S. Irissón, T. Salazar, J. Rodríguez and J.C. Patrón, 1999. Vermicomposting in the Tropics. en: Lavelle, P., L. Brussaard and P. Hendrix. (eds.) *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*. CAB International, pp. 241-275.
- Aranda, D.E. y I. Barois. 1999. Coffee Pulp Vermicomposting Treatment. en: *Resúmenes, III Simposio Internacional de la Agroindustria Cafetalera*, 24-28 Mayo de 1999, IAPAR-IRD, Londrina, Brasil.
- Arellano, P., I. Barois, y E. Aranda. 1994. Carrying Capacity for Coffee Pulp using *Eisenia andrei* and *Perionyx excavatus*. en: *Resúmenes, 15th. World Congress of Soil Science*, 10-16 Agosto de 1994. Acapulco, México.
- Arellano, P. 1997. Descomposición de la pulpa de café por *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) y *Perionyx excavatus* (Perrier, 1872) (Annelida, Oligochaeta). Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México 84 p.
- Barois, I. y E. Aranda, (eds). 1995. Utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. Reporte Final, CONACyT, México. 104 p.
- Edwards, C. A. (ed.) 1998. *Earthworm Ecology*. St. Lucie Press, USA, 389 p
- Irissón, N. S., I. Barois y E. Aranda. 1994. Chemical, Biochemical and Bacteriological Characterization of Vermicompost obtained from Coffee Pulp. en: *Resúmenes, 15th. World Congress of Soil Science*, 10-16 Agosto de 1994. Acapulco, México.
- Irissón, N.S. 1995. Calidad del abono y de la lombriz de tierra resultante del lombricompostaje de la pulpa de café, (profesional tesis). Facultad de Química Farmacéutica Biológica, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 85 p.
- Salazar, Ch. T., E. Aranda y I. Barois. 1994. Comparative Vermicompost Production of *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus* using Coffee Pulp. en: *Resúmenes, 15th. World Congress of Soil Science*, 10-16 Agosto de 1994. Acapulco, México.

SITUACION ACTUAL DE LA LOMBRICULTURA EN CHIAPAS

Raúl Cuevas González, José Ernesto Sánchez Vázquez y Noé Méndez Avila¹

Introducción

Chiapas es uno de los estados con mayor producción agropecuaria en el Sureste de México, siendo los cultivos más importantes: café, maíz, plátano, cacao, caña de azúcar, soya, palma de aceite, mango y en lo pecuario: ganado vacuno, porcino, aviar y ovino (Villafuerte, 1992). Dado lo anterior, se producen grandes cantidades de desechos agrícolas y pecuarios, éstos si no son tratados y reutilizados adecuadamente generan problemas de contaminación al medio ambiente (Cuevas y Méndez, 1998). Además se caracteriza por ser uno de los estados iniciadores de la agricultura orgánica y biodinámica; este sistema de producción se basa en diferentes métodos y técnicas enfocadas a minimizar los efectos negativos al ambiente, entre estos métodos se encuentran la producción de los abonos orgánicos, procedentes de diferentes técnicas como la digestión anaerobia, composteo y la lombricultura.

La lombricultura es la utilización de lombrices de tierra para transformar los desechos orgánicos en un material rico en nutrientes, materia orgánica y microorganismos benéficos para el suelo (Reines, 1998). La lombricultura en Chiapas es una técnica reciente con resultados alentadores, el presente trabajo da a conocer la situación de la lombricultura en el estado.

Historia

El lombricomposteo en el estado, se inició en 1991, cuando la Finca Irlanda, productora de café orgánico y biodinámico, adquirió 200 lombrices procedentes de Guatemala para iniciar su pie de cría. De esta cantidad, posteriormente, donó 20 lombrices al Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES) hoy ECOSUR, con las cuales se estableció el primer pie de cría para estudio e investigación en 1992 en el estado. Con este pie de cría se capacitó al personal docente del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) plantel Belisario Domínguez en 1993 quienes formaron un pie de cría que, dos años después, permitió capacitar por medio de cursos a profesores de las escuelas secundarias técnicas y productores de la zona alta del estado, con recursos del banco mundial.

En el año de 1995 se formalizó el proyecto de lombricomposteo en ECOSUR, realizando investigación por medio de proyectos financiados por SIBEJ (CONACYT) y Fundación Produce Chiapas A.C., capacitando a través de cursos y ponencias a productores, estudiantes de diversas instituciones públicas y privadas

¹ El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Carretera Antiguo Aeropuerto Km. 2.5 Tapachula de Córdova y Ordoñez, Chiapas, México. Tel. 01 (962) 81103, 81104. Fax 81015. E-mail: rcuevas@tap-ecosur.edu.mx esanchez@tap-ecosur.edu.mx

(secundarias, bachilleratos y universidades) de varios estados y de Centroamérica y formando recursos humanos vía tesis en diferentes grados. Por su parte los Centros de Bachilleratos Tecnológicos Agropecuarios (CBTA'S) han recibido capacitación en lombricultura por parte del UNCADER.

Resultados

El Colegio de la Frontera Sur ha capacitado a personal de las fincas cafetaleras: el Rincón, Cuxtepec, Irlanda y la unión de ejidos Lázaro Cárdenas; y personas del sector social de Chiapas. Se han realizado 4 publicaciones en memorias de congresos, 2 cursos, 8 ponencias, 1 tesis finalizada de licenciatura, 4 por concluir y 1 tesis concluida de maestría y 1 por concluir, una guía de lombricultura para productores y cuenta con un pie de cría con aproximadamente 150,000 lombrices.

Tesis elaboradas

Camacho, L. J. F. 1995. Utilización de la lombriz *Eisenia fetida* en el sistema de vermicomposteo con desechos de plátano para la obtención de abono orgánico. Tesis sin publicar. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas.

Ramos, Z. J. M. 1996. Evaluación química y económica del abono producido por vía microbiana y vía lombrices de tierra. Tesis profesional. Instituto Tecnológico de Tapachula. Tapachula, Chiapas. México.

Téllez, M. V. 1997. Investigación adaptativa-participativa del composteo y vermicomposteo por los campesinos chamulas. Tesis profesional de Maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. México.

Capacitación

Por su parte el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) ha desarrollado un programa de vinculación, que tiene como objetivo capacitar y asesorar a los productores principalmente de café y hortalizas; hasta el momento ha capacitado 26 comunidades con un total de 216 productores con el apoyo a zonas marginadas de la parte norte del estado.

Las escuelas secundarias técnicas de Chiapas han logrado un impacto importante 24 escuelas de 20 municipios, en el estado trabajan la lombricultura 24 escuelas de 20 municipios, con un número de lombrices aproximado de 648,000 lombrices, las que en conjunto han producido 16.65 t de lombricomposta.

Los centros de bachillerato tecnológico agropecuario No. 60 de Cd. Hidalgo y el No. 43 de Mapastepec, Chiapas cuentan con pie de cría de lombrices. La Unión de Ejidos San Fernando, de San Fernando Chiapas, cuenta desde 1995 con la explotación de lombricultura capacitados por el CONALEP, esperan con el tiempo tratar todos sus desechos mediante lombricultura y productores de banano del municipio de Mazatán, Chiapas, iniciaron la lombricultura a principios de este año.

La Finca Irlanda es sin duda la más avanzada ya que hasta el momento ha producido alrededor de 120 toneladas de vermicomposta, además cuenta con un

invernadero para la producción de hortalizas con mezcla de suelo-lombricomposta, su intención es transformar el 100% de desechos mediante la lombricultura.

Conclusiones

El desarrollo de la lombricultura en Chiapas ha tenido más impacto en la degradación de los diferentes materiales orgánicos y menos en lo referente a estudio de las lombrices nativas.

Falta recurso humano especializado para estudiar las diversas especies de lombrices nativas en el estado.

Se requieren mecanismos para lograr una mayor difusión en los diferentes sectores para dar a conocer el uso de las lombrices.

El establecer un control de calidad en la vermicomposta, certificar y regular el precio de las lombrices es una tarea por realizar a mediano plazo.

Referencias

- Cuevas, G. R. y N. Méndez. 1998. Memoria del II curso de lombricultura. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Escuintla, Guatemala, C. A. Octubre del 22-24 de 1998. 22 p.
- Reines, A. M. 1998. Lombricultura: Alternativa del desarrollo sustentable. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. 36 p
- Villafuerte, S. D. 1992. Desarrollo económico y diferenciación productiva en el Soconusco. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. San Cristóbal de las Casas, México. 122 p.

ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA LOMBRIZ DE TIERRA EN EL PROGRAMA DE AGRICULTURA ORGANICA DE LA UACH

Rafael E. García-Pérez¹

Introducción

El cultivo de la lombriz de tierra está siendo utilizado en México como una metodología casi milagrosa, mucha de la información que se maneja puede resultar engañosa, por lo que es necesario retomar las palabras de uno de los pioneros modernos en esta área, M. Bouché (1984) "es una biotecnología expuesta a los peores excesos, con interés en su crianza pero con una comercialización pretendidamente milagrosa que es más a menudo un 'bluff' comercial que una auténtica solución".

Para ayudar a entender la realidad en este campo, es necesario establecer la diferencia entre **vermicultura** y **vermicomposteo**. La primera comprende la producción de lombrices, por lo que se necesita tener condiciones óptimas para su crecimiento, reproducción y salud, lo cual presenta altos costos de mantenimiento. **El vermicomposteo** es el uso de las lombrices de tierra en el manejo de desechos orgánicos, en este caso no es crítica la optimización del sustrato por lo que muchas veces no es el ideal para la buena producción de lombrices.

En la **vermicultura**, la lombriz puede usarse como un complemento dietético para especies útiles para el hombre, buscando abatir costos, pero según Edwards (1996) debido al manejo, la obtención de esta fuente de proteína resulta más cara que cualquiera de los complementos alimenticios empleados actualmente. Otro uso de la vermicultura es la utilización de lombrices para la recuperación de suelos, pero cualquier lombriz obtenida de vermicultivos -casi siempre ricos en materia orgánica y agua-, no es útil para la recuperación de suelos ya que en éstos pueden existir toxinas letales y/o bajos niveles de oxígeno que afectan la sobrevivencia de las lombrices. En ocasiones a estos suelos se aplica materia orgánica y agua para facilitar el establecimiento de lombrices pero estas condiciones también favorecen la repoblación de lombrices locales, lo que hace inútil la compra e inoculación de lombrices comerciales.

Objetivo

- Conocer la diferencia entre el uso de la lombriz cultivada y local en condiciones de campo.
- Determinar la acción de la lombriz de tierra *Eisenia fetida* en el composteo de desechos orgánicos urbanos.

¹ E-mail: rgarcia@taurus1.chapingo.mx
Programa de Agricultura Orgánica de la UACH

Metodología

Para el primer objetivo se trabajó en condiciones de campo inoculando cada m², con 50 lombrices cultivadas (*E. fetida*) o locales, a cultivos de espinaca (*Spinacia oleracea*) o *Ballico perene* determinando a la cosecha la sobrevivencia de las lombrices. Para el segundo objetivo se inocularon 70 lombrices *Eisenia fetida* por kg de desecho orgánico proveniente de una central de abasto. Se determinó la sobrevivencia de las lombrices y la estabilidad en pH y temperatura de los desechos.

Resultados y Discusión

Los Cuadros 1 y 2 presentan los resultados obtenidos en la introducción de *E. fetida*, arquetipo de lombriz cultivada, donde se aprecia un incremento de lombrices locales y una disminución de las lombrices introducidas ya sea en condiciones naturales o cuando el suelo fue enriquecido con materia orgánica y agua.

Cuadro 1. Por ciento de sobrevivencia de adultos/m² a la cosecha de *Spinacia oleracea* en Chapingo Méx.

	<i>Eisenia fetida</i>	Lombriz local
Sin estiércol	3%	98%
Con estiércol	40%	65%

(Durán, 1995)

Cuadro 2. Por ciento de sobrevivencia de adultos a la cosecha de *Ballico perenne* en Tolcayuca, Hgo.

<i>E fetida</i>	Lombriz local
27.7	97.7

(Hernández, 1997)

En cuanto al vermicomposteo, los propagandistas de este campo argumentan que es una herramienta ideal para procesar desechos orgánicos, sin embargo, esto es cierto bajo cantidades moderadas, pero cualquier ciudad produce cantidades gigantescas de desechos orgánicos, hasta ahora imposibles de vermicompostear eficientemente (Slocum, 1998).

Por otro lado, debido a la gran diversidad de los desechos, es necesario un precomposteo previo a la aplicación de lombrices, lo que incrementa el tiempo y mano de obra de esta técnica. Además los desechos urbanos y esquilmos agrícolas pueden presentar problemas de sanidad o presencia de metales pesados que en ocasiones se pueden agravar por la bioacumulación en las lombrices.

El Cuadro 3 muestra las necesidades de tiempo de precomposteo de un desecho orgánico obtenido de un mercado en Tecamachalco, Puebla, donde se puede apreciar que la sobrevivencia de la lombriz sólo se logró después de 80 días.

Tabla No. 3. Número de lombrices (*E. fetida*) producidas en desechos sólidos orgánicos en función al tiempo

Días	Número de lombrices	
0	*50	*100
60	0	0
80	50	100
100	100	250
120	125	380
140	180	460
180	250	800

*Cantidad de lombrices inoculadas
(Hernández, 1996)

Conclusiones

La lombriz de tierra es un importante componente edáfico que aún cuando tiene un gran potencial en agronomía, educación, urbanismo y hasta en medicina, debe de conocerse, aceptarse e indicar claramente sus ventajas y limitaciones y sobre todo se debe tener mucho cuidado y honestidad al recomendar su utilización (Symposium, 1998).

Referencias

- Bouché, M. B. 1984. Los gusanos de tierra. Mundo científico. 40:954-963.
- Durán, G. B. 1995. Efecto de la incorporación de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) y estiércol de bovino en el suelo sobre la producción de materia seca de espinaca (*Spinacia oleracea*). Tesis profesional. Programa de Agroecología, UACH: Chapingo, Méx.
- Edwards, C. A. and Bohlen P. J. 1966. Biology and Ecology of Earthworms. 3ª ed. Chapman & Hall, USA.
- Hernández, V. J. E. 1996. Tratamiento de residuos sólidos orgánicos urbanos utilizando lombriz de tierra (*Eisenia fetida*). Tesis profesional. Departamento de Suelos. UACH. Chapingo, Méx.
- Slocum, K. and Frankel Z. 1998. Can I make money with earthworms? Worm Digest. 18, 6-7. Symposium 6th International on Earthworm Ecology. 1998. Vigo, España.

BALANCE Y FLUJO DE NUTRIMENTOS DURANTE EL PROCESO DE LOMBRICOMPOSTAJE DE LA PULPA DE CAFÉ

Soraida Irissón-Name, Isabelle Barois y Eduardo Aranda-Delgado¹

Introducción

Este estudio resulta del trabajo titulado "Calidad química, bioquímica y bacteriológica de la vermicomposta de pulpa de café". Tuvo como finalidad determinar el flujo y balance de nutrientes que se lleva a cabo durante el proceso de lombricompostaje, comparando el contenido de nutrientes de la pulpa inicial y las lombrices, con el contenido en los abonos y las lombrices al finalizar los diferentes tratamientos. Consiste en integrar y determinar de qué manera el proceso de lombricompostaje modifica la pulpa de café y como los elementos y moléculas que la constituyen se van transformando estableciendo balances y flujos entre ellos.

Materiales y Métodos

Para este trabajo se utilizaron muestras al azar de la pulpa de café de cada uno de los cajones (antes de la inoculación de las lombrices), el abono orgánico y las lombrices obtenidos después de la transformación de la pulpa de café en los diferentes tratamientos.

Los parámetros que se evaluaron en todos los materiales fueron: Volumen aparente, peso fresco, agua, peso seco, materia orgánica, carbono total, cenizas, nitrógeno total, fósforo, sodio, potasio, calcio, magnesio, fierro, cobre, zinc y manganeso totales.

Resultados

Por cada 100 kilogramos de pulpa de café fresca ($\pm 78\%$ de humedad) que se transforma por lombricompostaje, se obtienen aproximadamente 74 kg de abono húmedo (86% de humedad) y 24 kg de abono orgánico listo para su comercialización (55%); el lombricompostaje reduce en 70% el volumen de la pulpa, obteniéndose por cada litro de pulpa (base fresca), aproximadamente 0.307 litros de abono orgánico.

En lo que se refiere a las propiedades químicas, durante el proceso de lombricompostaje se pierde aproximadamente 54% del peso seco de la pulpa de café, que es utilizado por las lombrices para incrementar en 285% su propio peso seco durante el proceso de descomposición donde se pierde materia orgánica ($\pm 57\%$) en forma de CO_2 , con el consecuente aumento en la cantidad de cenizas (74% más). Algo similar ocurre con el contenido de N total, el cual se pierde 7.5% que es empleado por las lombrices para producir más proteína al aumentar su

¹ Departamento de Biología de Suelos, Instituto de Ecología, A.C. Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec, Ver. C. P. 91000. Xalapa, Ver., México. E-mail: soraida@ecologia.edu.mx, Isabelle@ecologia.edu.mx, eadnova@edg.met.mx, respectivamente.

biomasa. Sin embargo, en el contenido de los diferentes elementos, casi toda la cantidad de éstos que entra al proceso es la que sale, solo en los elementos fácilmente lábiles como el K, Ca y Mg, existe una pequeña reducción, y en el caso de los elementos que generalmente son motivo de contaminación (por mezcla posible de la pulpa con suelo) como el Fe, Zn y Mn, se nota un ligero aumento en su cantidad en el abono de lombriz. (Cuadro 1 y Fig. 1).

Conclusiones

Durante el proceso de lombricompostaje se reduce en un 70% el volumen de la pulpa de café, se mineraliza casi el 50% de su peso seco, con el consecuente aumento en el contenido de cenizas. El lombricompostaje no aumenta el contenido de nutrimentos químicos del abono de lombriz, la mayor parte del peso que entra es la que sale; la otra parte la utilizan las lombrices para su desarrollo, triplicando su biomasa (peso seco). El lombricompostaje concentra aproximadamente al doble los nutrimentos en el abono, por cada kg de pulpa que se transforma se obtiene aproximadamente la tercera parte, con un porcentaje doble de nutrimentos. De esta manera, el proceso permite un balance efectivo entre los nutrimentos, evitando la pérdida considerable de compuestos de vital importancia para el desarrollo de las plantas.

Tabla 1. Balance de nutrimentos durante el lombricompostaje de la pulpa de café

MATERIALES	INICIO		FINAL		Perdida (-) Ganancia (+)
	Pulpa de café	Lombrices	Abono orgánico	Lombrices	
P. Fresco (kg)	100.000	0.500	22.069	1.408	77.023 (-)
Agua (kg)	78.000	0.428	12.138	1.203	65.087 (-)
P. Seco (kg)	22.000	0.072	9.931	0.205	11.936 (-)
Mat. Orgánica (kg)	21.120	0.070	8.453	0.196	12.541 (-)
Cenizas (kg)	0.880	0.002	1.478	0.133	0.729 (+)
Carbono (kg)	12.251	0.041	4.858	0.095	7.338 (-)
N Total (g)	442.000	9.114	404.690	20.907	25.517 (-)
P Total (g)	24.200	0.644	23.340	1.456	0.048 (-)
Na Total (g)	6.600	0.258	6.951	0.582	0.675 (+)
K Total (g)	77.000	0.435	72.990	0.973	3.472 (-)
Ca Total (g)	165.000	0.198	163.610	0.449	1.139 (-)
Mg Total (g)	79.200	0.141	76.720	0.320	2.301 (-)
Fe Total (g)	12.978	0.029	41.250	0.065	28.308 (+)
Zn Total (g)	3.254	0.164	9.063	0.370	6.015 (+)
Mn Total (g)	5.670	0.001	7.100	0.001	1.431 (+)

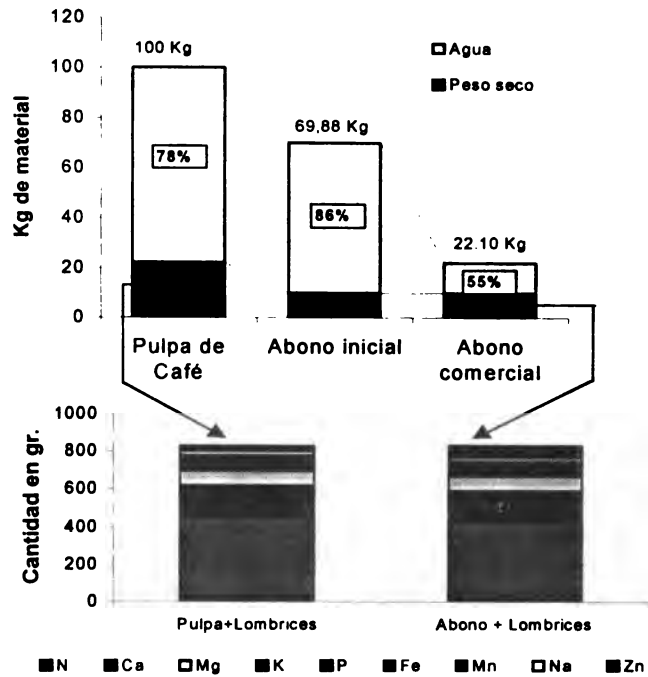


Fig. 1. Flujo de Nutrientes durante el vermicompostaje de la pulpa de café.

Referencias

- Aranda, D. E. (1992). Manejo de Lombrices para la producción del abono orgánico de pulpa de café. *In: XV Simposio de Cafecultura Latinoamericana*, 21-24 de julio de 1992. INMECAFE, IICA-PROMECAFE. Xalapa, Ver. México. pp:1-19.
- Irissón-Name, S. (1995). Calidad del Abono y de La Lombriz de Tierra resultantes del lombricompostaje de la pulpa de café. Tesis Profesional. Facultad de QFB. Universidad Veracruzana. Jalapa, Ver. México.

ESTUDIO DE ALGUNOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CUATRO VERMICOMPOSTAS EN UN PERÍODO DE SEIS MESES

Alvaro Orlando Gutiérrez Baeza¹

Introducción

El constante incremento de fertilizantes químicos, aunado a los problemas de contaminación que generan, así como a los grandes volúmenes de desechos orgánicos generados por la actividad agroindustrial, hace necesario buscar nuevas alternativas productivas (Bollo, 1996) y así utilizar en forma racional dichos substratos orgánicos. La lombriz de tierra es un integrante natural del suelo, contribuyendo en forma decisiva para su fertilidad. Willians y Rice, 1993, mencionan que estos organismos incorporan materia orgánica al suelo y mantienen la fertilidad, ya que incorporan nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes necesarios para las plantas. Reines et al, 1998, señalan que el abono orgánico o humus de lombriz, contiene concentraciones óptimas de minerales, fitohormonas y una alta carga microbiana. Por lo anterior se realizó el presente estudio que tuvo como objetivo medir a través de seis meses la variación de cuatro vermicompostas preparadas mediante subproductos generados por la actividad agroindustrial.

Materiales y Métodos

El presente estudio se desarrolló en el Campo Experimental Chetumal del INIFAP, perteneciente al CIR-SURESTE. Se emplearon dos especies de lombrices procedentes del estado de Veracruz, *Eisenia foetida andrei* y *Perionyx excavatus*, las cuales se colocaron en contenedores de madera. Durante el mes de enero de 1999, se prepararon cuatro diferentes compostas utilizando para ello diez substratos en diferentes concentraciones (Cuadro 1), dichas compostas se humedecieron y se mezclaron cada tercer día. A partir de la tercera semana de fermentación de las compostas, se les dio de comer a las lombrices, esto a partir del mes de febrero y hasta julio, se midió en forma diaria los parámetros: pH, % de humedad, % de saturación y temperatura.

Resultados

Como se puede observar en la Figura 1, el pH de todas la vermicompostas tuvo la misma fluctuación, en los meses de febrero y marzo se obtuvieron los mayores promedios, para posteriormente descender. En cuando al porcentaje de humedad, en la Figura 2, se aprecia con excepción de la vermicomposta 2, que la mayor concentración de humedad se encontró durante los dos primeros meses.

¹ Investigador titular del Campo Experimental Chetumal INIFAP, CIR-SURESTE, A.P. 250, Chetumal, Q. Roo Km 25 carretera Chetumal -Bacalar
E mail: inifapqr@prodigy.com.mx

Referente a la temperatura, en la Figura 3 se aprecia que fue de menor a mayor hasta el mes de mayo, para luego descender. En lo que concierne al % de saturación (Figura 4), se observa con excepción de la vermicomposta 1, que en los primeros meses fue mayor, para luego descender.

Cuadro 1. Substratos utilizados para preparar cuatro vermicompostas:

Ingredientes (%)	Vermicomposta			
	1	2	3	4
Estiércol bovino	82	34	43	
Estiércol ovino		23	34	26
Aserrín	13	6	12	
Palmas de coco	3	3	3	7
Vainas de soya	2			
Cachaza		32		
Hojas de plátano			2	40
Pasto			5	3
Cartón		2		4
Hojasasca				20
Totales	100	100	100	100

Conclusiones

Las tendencias de los parámetros evaluados, con excepción de la temperatura fueron similares de menor a mayor y la temperatura fue de mayor a menor cantidad, lo que indica que independientemente de los substratos empleados para las vermicompostas, éstas muestran su similitud durante el proceso de vermicomposteo.

Referencias

- Bollo, T.E. 1996. Lombricultura . Centro de Investigación y Desarrollo, Quito, Ecuador.
- Bravo, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz toga Californiuna (*Eisenia foetida*). In: Peñaranda C.G. Curso teórico y práctico de lombricultura. Academia de Ciencias de Ucrania. Kiev, Ucrania.
- Raines, A.M; Rodríguez, A.C; Sierra, P.A., Vázquez, G.M. 1998. Lombrices de tierra con valor comercial: Biología y técnicas de cultivo. Universidad de la Habana, Cuba. 61 pag.
- Willians, R.L. and Rice P.R. 1993. Practical horticulture (Ind edit) New Jersey, USA.

Figura 1.- Variación del pH de cuatro vermicompostas en un periodo de 6 meses

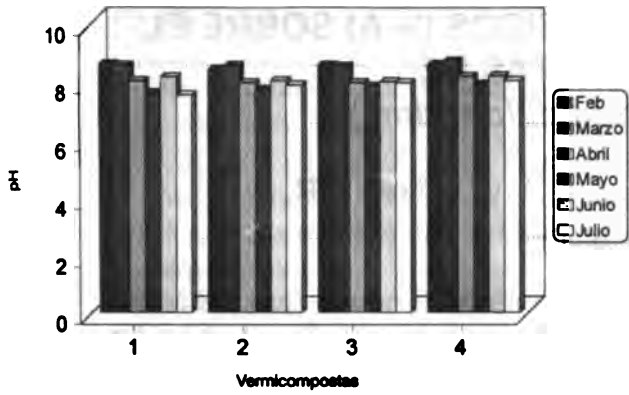


Figura 2.- Variación del % de humedad de cuatro compostas en un periodo de 6 meses.

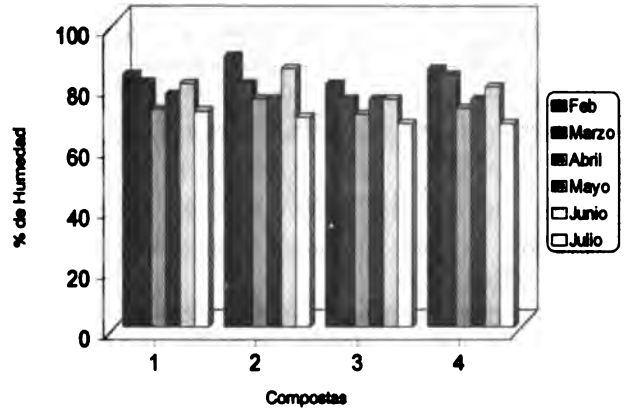


Figura 3.- Variación de la temperatura de cuatro compostas durante 6 meses.

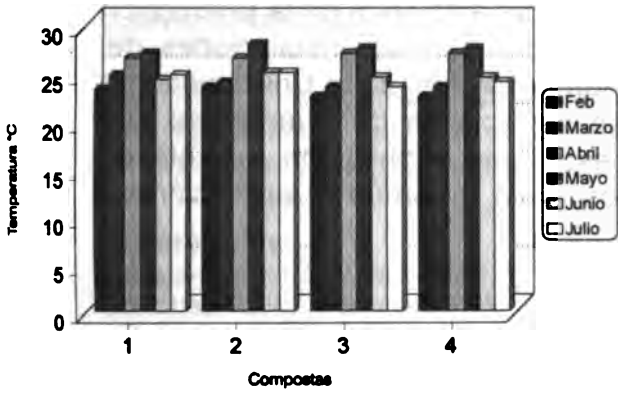
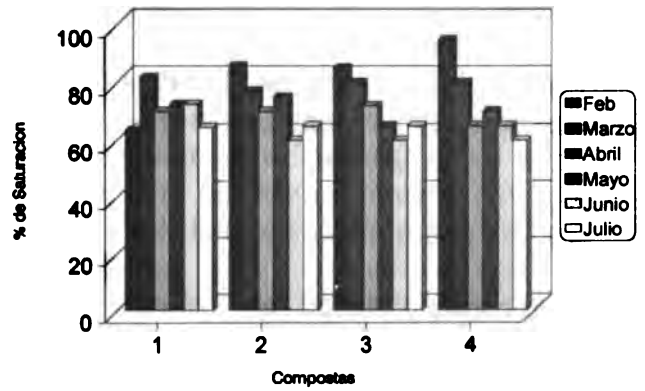


Figura 4.- Variación del porcentaje de saturación de cuatro compostas en un lapso de 6 meses.



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE VERMIABONO Y DE LA INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRIZICOS (V-A) SOBRE EL DESARROLLO DE PLANTAS DE NOCHE BUENA (*Euphorbia pulchorima*)

E. López-Alcocer, Canales S. R., Loza, L. A. y Contreras, R. S.¹

Introducción

La Noche Buena (*Euphorbia pulchorima*) es una planta ornamental que presenta una alta demanda en el mercado nacional en la época navideña. Su producción generalmente es de tipo intensivo, requiriendo de una cantidad variable de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, hormonas, etc.) para lograr plantas de buen porte y apariencia (requisitos importantes en su comercialización).

Objetivo

Con el objetivo de generar tecnología de bajo impacto ambiental en la producción de plantas de Noche Buena (*Euphorbia pulchorima*), en las instalaciones del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad de Guadalajara, se estableció un experimento en condiciones de invernadero con base en la aplicación de biofertilizantes, en esta caso vermiabono (excreta de lombriz) y cinco cepas de Hongos micorrizicos (V-A), evitando la aplicación de fertilizantes químicos y pesticidas.

Materiales y Métodos

Para cumplir con el objetivo, bajo condiciones de invernadero se establecieron los siguientes tratamientos: aplicación individual de cinco cepas de hongos micorrizicos (V-A) y un testigo sin inocular. Aquí el sustrato utilizado fue una mezcla de suelo-vermiabono-jal, en relación de 2:1:0.5. Los testigos adicionales para comparar el efecto del vermiabono, fueron mezclas suelo-vermiabono en proporciones de 100:00; 75:25; 50:50; 25:75 y 00:100. Adicionalmente se estableció un tratamiento fertilizado (17-17-17). Este esquema básico de tratamientos se repitió cuatro veces.

Resultados

Efecto de tratamientos. En la variable peso seco (g planta⁻¹, promedio de 4 repeticiones) los tratamientos inoculados con los 5 hongos micorrizicos mas la aplicación de bajas dosis de vermiabono fueron sobresalientes (27.5, 26.1, 25.8, 26.1, 26.3, 24.2 igualados solamente por los tratamientos con una relación suelo:

¹ Profesores Investigadores del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guadalajara
Edlopez@cucba.udg.mx ; aloza@cucba.udg.mx

vermiabono de 50:50, 25:75 y 00:100 (26.5, 26.8 y 26.1, respectivamente) , en el tratamiento testigo se cuantificó 23.1g, en tanto que el tratamiento fertilizado logró 24.2g.

En la variable Contenido de Nitrógeno (%N micorrizicos identificadas como 3, 1 y 2, con .308, .256 y .231, respectivamente, las mezclas de suelo:vermiabono, 100:00, 75:25, 50:50, 25:75 y 00:100, reportaron: .154, .120, .205, .170, y .174, respectivamente. Para las variables altura y peso seco de la parte aérea de la planta, no se encontró diferencia estadística significativa para el efecto de los tratamientos.

Los valores de micorrización van del 30% al 55%, lo que indica alta susceptibilidad del cultivo a la micorriza y por consecuencia manifiesta un efecto benéfico.

Conclusiones

En cuanto a las mezclas de suelo-vermiabono, se observa que la relación 50:50 y 75:25, puede ser una proporción adecuada al utilizarse como sustrato en este cultivo, disminuyendo con ello las aplicaciones de fertilizantes químicos.

Los datos anteriores nos permiten observar un cierto efecto sinérgico al emplear simultáneamente el vermiabono en las plantas micorrizadas, lo que puede proporcionar ventajas en el aspecto nutricional.

Referencias

- Ferrera-Cerrato, R. y Perez, M.J. 1995. Agromicribiología. Colegio de Postgraduados, México.
- González, Ch. C., Ferrera-Cerrato, R. y Pérez, M. J. Biotecnología de la micorriza arbuscular en fruticultura. Universidad Autónoma de Tlaxcala y Colegio de Postgraduados. México
- Jeffries, P. y J.M. Barea. 1994. Biogeochemical cycling and arbuscular mycorrhizas in the sustainability of plant-soil systems. In. Impact of Arbuscular Mycorrhizas on sustainable Agriculture and Natural Ecosystems, Gianinazzi, S. y H.Schüepp. (eds.). Birkhäuser, Berlin. p.p. 101-116.
- López-Alcocer. E., Canales, S. R., Loza, L.A. y Contreras, R.S. 1999. Efecto de la aplicación de vermiabono y de la inoculación con hongos micorrizicos (V-A) sobre el desarrollo de plantas de noche buena . En prensa.

MANEJO INTEGRAL DE FLORES EN EL ORIENTE DEL VALLE DE MÉXICO. I. Evaluación de plagas

Ma. del Carmen Sánchez G.¹, Othón Espinoza C¹., E. Alvarez-Sánchez², J.D. Etchevers B.⁴, Abel Sánchez S.³, Langen Corlay Ch². y Edmundo Robledo S.²

Introducción

La floricultura en las comunidades del oriente del Valle de México surgió en la década de los sesentas con la producción de rosa, crisantemo y margarita, en invernaderos rústicos, como alternativa a la decadencia en la producción de milpa, provocada por la erosión severa experimentada por los suelos de los terrenos de cultivo. Con el paso del tiempo, los floricultores desarrollaron infraestructura, técnicas y canales de comercialización, obteniendo una producción aceptable mediante el sistema convencional desarrollado. Sin embargo, a partir de la década de los noventas la producción de flor se ha reducido drásticamente tanto en cantidad como en calidad. Los estudios de autodiagnóstico comunitario de la Cuenca del Río Texcoco (INSTRUCT, 1998) señalaron que esta reducción de la producción se debe al uso inadecuado de fertilizantes y a la fuerte incidencia y resistencia a plaguicidas de plagas como la araña roja (*Tetranychus urticae*), pulgón (*Myzus persicae* y *Macrosiphella soborni*), minador de la hoja (*Lyriomyza trifolii*) y trips (*Trips tabaci*); de enfermedades fungosas, provocadas por el complejo *Botrytis*, *Ascohyta*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Puccinia* (roya blanca) y *Septoria* (Resendiz, 1988).

Dada la problemática anterior, el presente trabajo tuvo como finalidad proponer alternativas de manejo en la producción de flor mediante el uso de técnicas e insumos de bajo costo y sin que resulten dañinos al ambiente y a la salud humana.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en uno de los invernaderos de los floricultores voluntarios de Nativitas, municipio de Texcoco, México. Se probaron tres tratamientos: (1) Óptimo, en el que se empleó la tecnología de uno de los mejores agricultores de la localidad, (2) Convencional, con la tecnología utilizada por la mayoría de los agricultores de la zona y (3) Orgánico, que consistió en un doble excavado del suelo y la aplicación de composta preparada por los propios agricultores. Para el control de plagas, en los tratamientos Óptimo y Convencional se utilizaron los productos Actellic, Agrimec y Methmyl, a las dosis recomendadas, para el combate de araña roja, pulgón y gusano de la hoja, respectivamente. Las aplicaciones de plaguicidas en el tratamiento orgánico, consistieron hasta el 29 de agosto en (a) una aplicación (1 y 15 de agosto) de una infusión con base en agua de hortiga (3 L, al 33 %) y cola de caballo (1 L, al 30 %), disueltos en 11 L de agua y (b) aplicación (19, 22 y 29 de agosto) de una infusión de hortiga (5L), cola de

^{1 2 3}Profesor Investigador del Depto. de Parasitología, Suelos y Servicio Social. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. ealvares@taurus1.chapingo.mx.

⁴Profesor Investigador del IRENAT, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

caballo (1L) y 1.2 L (al 10 %) de chile piquín disueltos en 7.5 L de agua. Los preparados se utilizaron para el control de araña roja, pulgón y gusano de la hoja. Después de la fecha señalada, el control de plagas se hizo de forma simultánea que en los otros dos tratamientos, con los mismos productos señalados. Se realizó un monitoreo semanal de las principales plagas que se presentaron en el cultivo de margarita (*Dendrathema grandiflora*), para lo cual se seleccionaron 10 plantas por tratamiento y repetición, realizando un conteo de individuos en la parte alta, media e inferior de la planta.

Resultados y Discusión

Las plagas que se identificaron en el cultivo de margarita, comunes a los tres tratamientos fueron: Pulgón (*Aphis gossypii*), Araña roja (*Tetranychus urticae*) y mosca minadora (*Lyriomyza spp.*). En las Figuras 1, 2 y 3 se presenta la dinámica de esas poblaciones en el tratamiento Convencional, Óptimo y Orgánico, respectivamente.

Con base en el análisis de las gráficas de los tres tratamientos se pudo concluir que el tratamiento Orgánico mantuvo niveles bajos de población de araña roja y minador muy semejantes a las del tratamiento Óptimo, en cambio, el tratamiento Convencional permitió que la araña roja mantuviera una población alta y de forma constante. Con respecto al pulgón, se observó que con el tratamiento Orgánico se tuvo poblaciones más altas que con los tratamientos Óptimo y Convencional, siendo en este último donde las poblaciones alcanzaron un mínimo. En términos generales, el mejor tratamiento fue el Orgánico porque además de tener el menor costo de producción, se observó que las poblaciones de araña roja y minador en las plantas así tratadas se desarrollaron en menor escala, aunque el pulgón se incrementó (después de la aplicación del 29 de agosto) debido a que el plaguicida orgánico llevaba piloncillo. Sin embargo, en este tratamiento las poblaciones de plagas señaladas fueron más susceptibles a la aplicación de plaguicidas químicos (a partir del 5 de octubre) debido a que no crearon información genética de resistencia como la que se presentó en los tratamientos Convencional y Óptimo.

Conclusiones

1. En general, las poblaciones de araña roja, minador y pulgón fueron menores en el tratamiento Orgánico que en el Óptimo y Convencional, lo que representó un menor costo de producción para el agricultor.
2. Las poblaciones de araña roja, pulgón y minador de la hoja presentaron menor información genética de resistencia en el tratamiento Orgánico, lo que originó que dichas poblaciones resultaran más susceptibles a los plaguicidas aplicados, abatiéndose las poblaciones a niveles no perjudiciales para el cultivo.

Referencias

INSTRUCT. 1998. Autodiagnóstico comunitario de la Cuenca del Río Texcoco. Chapingo, Méx. Impreso.

Resendiz, G. B. 1988. Evaluación del poder de agregación, dispersión y sinergismo del stirrup, solo y mezclado con acaricidas en *Tetranychus urticae*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

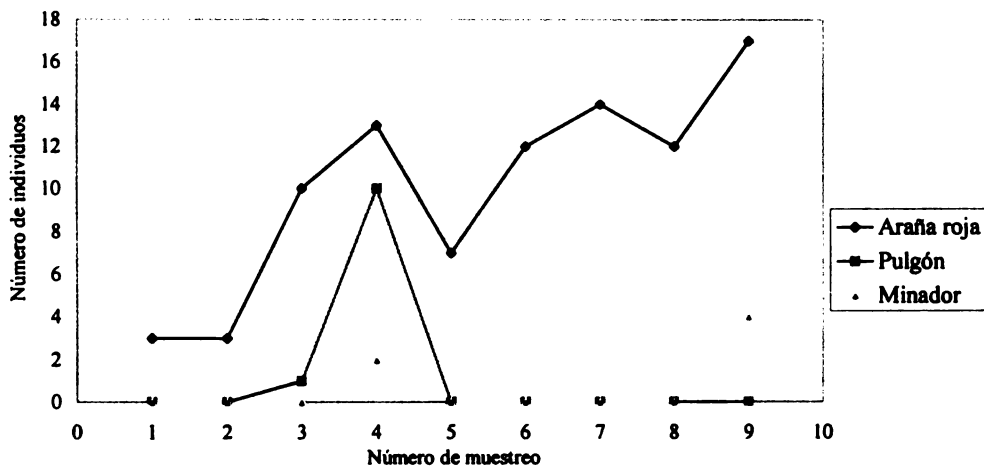


Figura 1. Dinámica de las poblaciones de plagas identificadas en el cultivo de margarita (*Dendratherema grandiflora*) en las diferentes fechas de muestreo en el tratamiento Convencional.

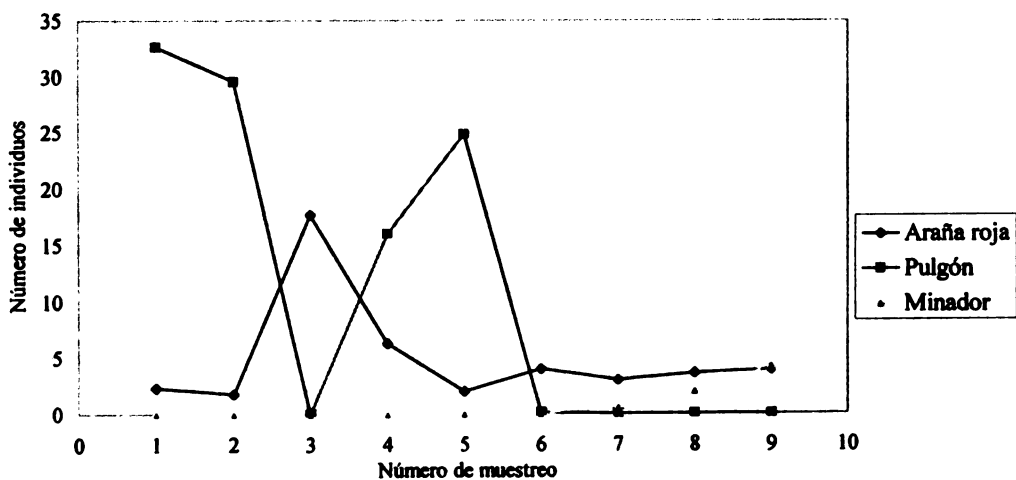


Figura 2. Dinámica de las poblaciones de plagas identificadas en el cultivo de margarita (*Dendratherema grandiflora*) en las diferentes fechas de muestreo en el tratamiento Óptimo.

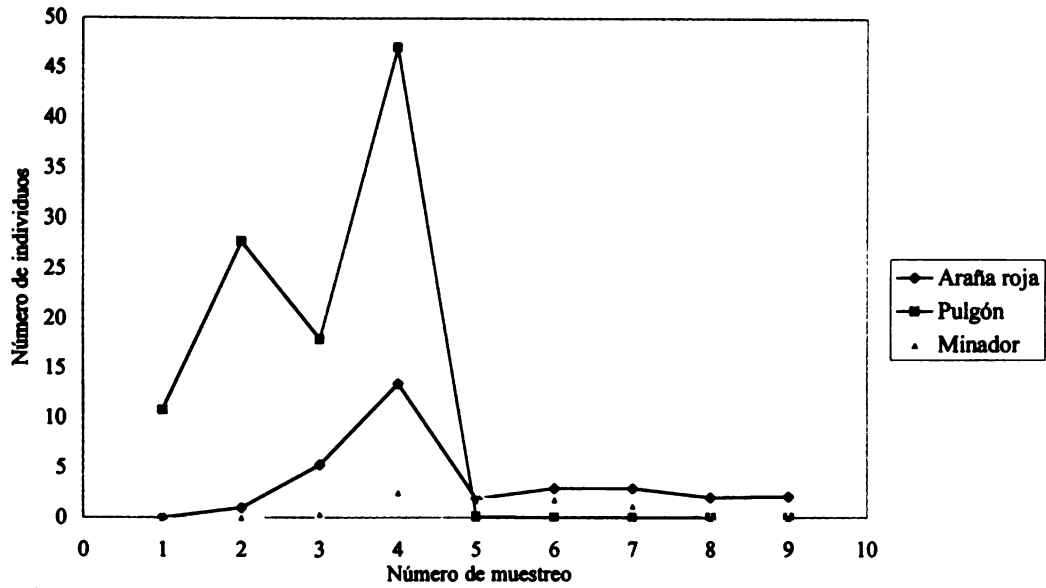


Figura 3. Dinámica de las poblaciones de plagas identificadas en el cultivo de margarita (*Dendrathema grandiflora*) en las diferentes fechas de muestreo en el tratamiento Orgánico.

Mesa de Trabajo 3

COMPOSTAJE DE LODOS RESIDUALES GENERADOS EN LA PLANTA MOSCAFRUT PARA SU MANEJO EN INVERNADERO

Moisés García Hernández¹, Juan Martín Martínez Pérez¹, Jorge Luis López²
y Vicente López Rueda¹

Introducción

En el ámbito mundial el tratamiento de aguas ha venido generando una gran cantidad de lodos, que debido a su complejidad de constituyentes no son fáciles de disponer (1). La generación de lodos residuales en México se ha venido incrementando durante los últimos diez años, haciendo más difícil encontrar sitios para almacenar estos materiales (2). Sin embargo, en el proceso de compostaje, donde se combina la biodegradación y altas temperaturas, es una forma adecuada de tratar a los lodos, obteniendo un abono orgánico de buena calidad agrosanitaria (3). El objetivo de este trabajo fue compostar lodos residuales generados en la Unidad de Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta MOSCAFRUT, para ser utilizados en invernadero (4).

Materiales y Métodos

Se utilizaron lodos residuales, pasto, naranja, mamey, semillas de melón, fibra de coco, fertilizantes, agroquímicos y equipo de laboratorio como estufa, determinador de humedad y balanza analítica. El método empleado para el tratamiento de lodos residuales, desechos de naranja, mamey y pasto fue el compostaje por pilas volteadas. La evaluación agronómica de la composta se realizó en invernadero con la producción de plántulas de melón; las variables evaluadas fueron: Altura de la planta, grosor del tallo y número de hojas, éstos se midieron semanalmente. Se realizó un diseño de bloques completamente al azar con 14 tratamientos y 2 repeticiones, se usaron charolas de germinación de 200 celdas como unidad experimental.

Desarrollo

Para la elaboración de composta se utilizaron lodos residuales con humedad del 50 % y desechos de pasto, naranja y mamey en una proporción de 10:1:1:1, respectivamente, sin previa molienda; con estos materiales se formó un camellón de 1.3 m de ancho, 2.0 m de largo y 1.0 m de altura. Los volteos se realizaron manualmente cada 5 días con el fin airear y tener homogeneidad en todo el sistema para su mejor degradación. Durante el proceso se tomaron lecturas de temperatura, pH, conductividad eléctrica, además se analizó física, química y

¹ Planta Moscas de la Fruta. Metapa de Domínguez, Chiapas.
Tel. y Fax (964) 35029, 35030 y 35059. E-mail: mfrut_planta@acnet.net

² Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria.
Cantón El Carmen, Frontera Hidalgo, Chiapas.
Tel. y Fax (962) 5 10 65. E-mail: jluisL@tapachula.podernet.com.mx

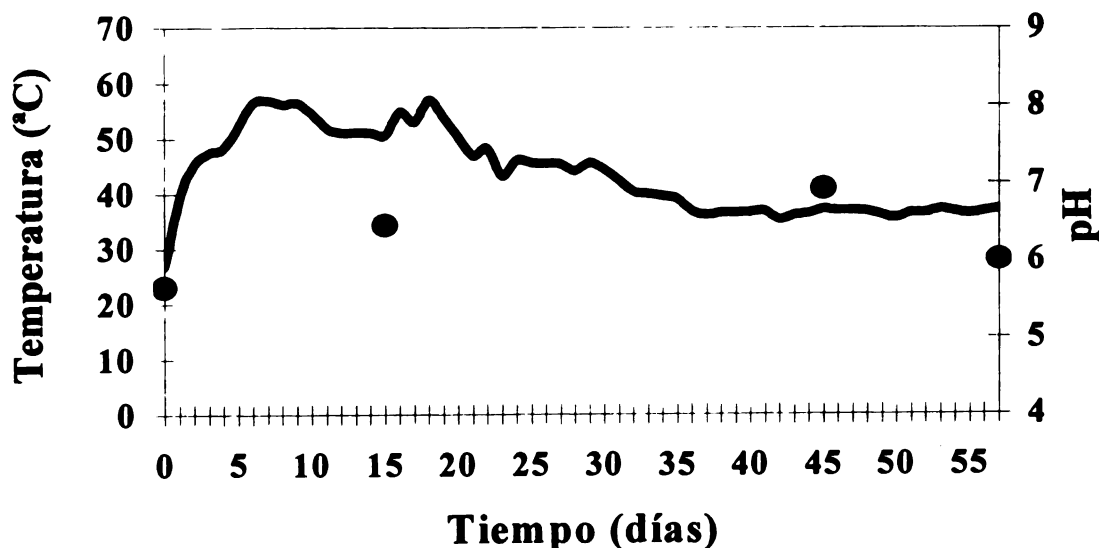
microbiológicamente al final del proceso por el método de pasta saturada, extracto 1:2 y el método convencional.

La evaluación agronómica de la composta se realizó bajo condiciones de invernadero en la producción de plántulas de melón. Para esto se utilizaron sustratos como fibra de coco, cachaza, Peat Moss, vermiculita y Growing Mix No. 2 mezclados con PG-MIX + elementos menores para la elaboración de las mezclas.

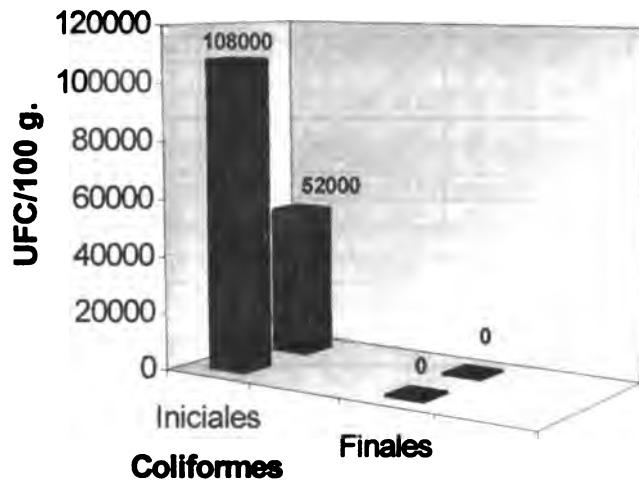
Resultados

De acuerdo a los análisis microbiológicos y el comportamiento de la temperatura durante el proceso indican una reducción del 100 % (Gráfica 2), de los coliformes totales y fecales, lográndose esto durante el rango de los 55-60 °C (Gráfica 1), que se mantuvo por espacio de 15 días; la degradación final se dio en un lapso de 45 días, tiempo necesario para tener las características físicas y químicas adecuadas que fueron: pH 6.00, nitrógeno total 1.88 %, fósforo 4.55 mg/kg, potasio 737.50 mg/kg, materia orgánica 19.70 % (Tabla 1). Los resultados obtenidos de la evaluación en invernadero muestran que la composta sola o en mezcla fue estadísticamente igual en la germinación, números de hojas, altura, peso verde y seco de la raíz. La composta sola fue superior estadísticamente a otros sustratos en diámetro, peso verde del tallo + hoja, peso verde total. La mezcla 50 % de composta y 50 % de fibra de coco fue superior a los sustratos en peso seco del tallo + hoja y total (Tabla 2).

Gráfica 1. Comportamiento de la Temperatura



Gráfica 2. Reducción de Coliformes

ELIMINACIÓN DE COLIFORMES

■ Coliformes Totales UFC/100 g. ■ Coliformes Fecales UFC/100 g.

Tabla no. 1. Resultados Químicos

ANÁLISIS QUÍMICO GENERAL

Parámetro	Unidades	Valores obtenidos
		Extracto 1:2
pH	U.I.	6.00
C.E.	mS/cm	5.70
*T.D.S.	g/L	2.85

ANÁLISIS QUÍMICO ESPECÍFICOS

Parámetro	Unidades	Valores obtenidos
		Pasta de saturación
Macroelementos		
N-NO ₃	mg/Kg	1075
P	mg/kg	4.55
K	mg/kg	7.35
Ca	mg/kg	1095.5
Mg	mg/kg	309.88
S-SO ₄	mg/Kg	8.75
Microelementos		
Fe	mg/Kg	0.36
Mn	mg/Kg	1.19
Zn	mg/Kg	0.34
Cu	mg/Kg	0.88
B	mg/Kg	1.74
Elementos tóxicos		
CO ₃	mg/Kg	0
HCO ₃	mg/Kg	91.53
CLORUROS	mg/Kg	381.25
Na	mg/Kg	175
Otros		
	Unidades	Análisis convencional
**NT	%	1.88
***M.O	%	19.70

*Sólidos Totales Disueltos
 **Nitrógeno Total
 ***Materia Orgánica

Tabla no. 2. Resultados en Invernadero

TRAMIENTOS	CULTIVO: MELON										
	%	No.	cm		PESO VERDE g			PESOS SECO g			
	GERMINACION	HOJAS	ALTURA	DIAMETRO	T + H	RAIZ	TOTAL	T + H	RAIZ	TOTAL	
*1	73.93 b	3.96 d	4.91 f	0.24 d	1.08 e	0.29 abcdef	1.36 e	0.12 c	0.02 b	0.15 c	
*2	89.55 a	5.18 b	18.35 e	0.30 c	3.51 cd	0.41 abc	3.92 abcd	0.32 b	0.04 ab	0.36 b	
*3	90.58 a	5.59 ab	22.54 abcd	0.31 bc	3.31 d	0.28 bcdef	3.60 d	0.36 ab	0.02 b	0.38 ab	
*4	94.78 a	5.68 ab	24.11 a	0.31 bc	3.70 bcd	0.37 abcd	4.06 abcd	0.37 ab	0.03 ab	0.40 ab	
*5	92.65 a	4.44 cd	20.11 cde	0.29 c	2.90 d	0.46 a	3.36 d	0.32 b	0.04 a	0.36 b	
*6	95.80 a	5.40 ab	24.67 ab	0.31 bc	3.70 bcd	0.44 ab	4.14 abcd	0.38 ab	0.04 a	0.42 ab	
*7	93.70 a	5.01 bc	21.54 abcde	0.31 bc	3.48 d	0.34 abcde	3.82 bcd	0.39 ab	0.04 ab	0.43 ab	
*8	95.83 a	5.91 a	22.96 abcd	0.31 bc	3.60 bcd	0.23 def	3.83 bcd	0.35 b	0.03 ab	0.38 ab	
*9	96.85 a	5.58 ab	20.33 bcde	0.31 bc	3.53 cd	0.19 ef	3.72 cd	0.37 ab	0.03 ab	0.40 ab	
*10	97.90 a	5.51 ab	20.65 abcde	0.30 bc	3.55 bcd	0.16 f	3.71 cd	0.36 ab	0.03 ab	0.39 ab	
*11	88.45 ab	5.21 pb	19.65 de	0.31 bc	3.43 d	0.16 f	3.59 d	0.41 ab	0.03 ab	0.44 ab	
*12	95.80 a	5.24 ab	23.19 abcd	0.32 bc	4.46 abc	0.19 ef	4.65 abcd	0.46 a	0.03 ab	0.49 a	
*13	86.40 ab	5.34 ab	22.79 abcd	0.33 ab	4.49 ab	0.35 abcde	4.84 ab	0.41 ab	0.03 ab	0.45 ab	
*14	93.70 a	5.19 ab	23.52 abc	0.36 a	4.67 a	0.24 cdef	4.91 a	0.42 ab	0.03 ab	0.45 ab	
CV(%)	6.39	5.55	7.18	4.76	10.69	23.49	10.63	12.28	20.90	11.95	

T+H = TALLO + HOJA

*1 PEAT MOSS

*2 Growing Mix. No.2

*3 Coco - 50% + Cachaza - 50% + 0.75 kg. PG - MIX + EM

*4 Coco - 50% + Cachaza - 50% + 1.50 kg. PG - MIX + EM

*5 Coco - 70% + Cachaza - 30% + 0.75 kg. PG - MIX + EM

*6 Coco - 70% + Cachaza - 30% + 1.50 kg. PG - MIX + EM

*7 Coco - 50% + Cachaza - 40% + Vermiculita - 10% + 0.75 kg. PG - MIX + EM

*8 Coco - 50% + Cachaza - 40% + Vermiculita - 10% + 1.50 kg. PG - MIX + EM

*9 Coco - 70% + Cachaza - 20% + Vermiculita - 10% + 0.75 kg. PG - MIX + EM

*10 Coco - 70% + Cachaza - 20% + Vermiculita - 10% + 1.50 kg. PG - MIX + EM

*11 CM 11 25% + 75% Coco

*12 CM 11 50% + 50% Coco

*13 CM 11 75% + 50% Coco

*14 CM 11 100%

Conclusiones

La composta producida con lodos residuales y materiales de desecho es un abono orgánico con calidad agrosanitaria y los resultados en invernadero indican que la composta puede ser usada sola o en mezcla para la producción de plántulas de melón. Además de tener características adecuadas para ser usada como abono orgánico.

Referencias

1. Ramalho, R.S. 1993. Tratamiento de aguas residuales. Edit. Reverté S.A. Barcelona. pp. 531-584.
2. Metcalf y Eddy, 1996. Ingeniería de aguas residuales. Edit. McGraw-Hill, México. pp. 409-504.
3. Aranda V. C. 1998. Saneamiento ambiental. Edit. Talleres gráficos de la UNACH. México. pp.109-190
4. Ansorena, M.J. 1994. Sustratos: Propiedades y caracterización. Edit. Mundi-Presa. España.

EFFECTO DE LA LOMBRICOMPOSTA COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE CHILE CRIOLLO MIRADOR (*Capsicum annum* L.)

Silverio Osorio-Tomás*, Isabelle Barois*, Eduardo Aranda-Delgado*, George Brown** y José Antonio Pérez-García*.¹

Introducción

La producción y el consumo de hortalizas en México es de suma importancia. El cultivo de chile figura entre los tres más relevantes (Laborde, 1982). La etapa inicial, de plántula es fundamental para el buen desarrollo de la planta por ello debe de ser atendida con una tecnología adecuada. Los productores manejan varios sustratos mezclados para obtener un material que les pueda proporcionar las características fisico-químicas que la planta requiere para su desarrollo. El peat-moss como algunos de estos son importados y caros e inaccesibles para muchos productores. Sin embargo Miguel (1996), recomienda utilizar peat-moss 100% como sustrato para producir plantulas de chile manzano. Hay en nuestro país varios residuos de cosecha que utilizados directamente (bagacillo) o lombricomposteados (pulpa de café y cachaza)(Aranda, 1991) que pueden ser sustratos de crecimiento adecuados. De esta manera se establecieron varios tratamientos con diferentes sustratos para observar su calidad en el crecimiento de plántulas de chile mirador.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo un experimento en invernadero, donde se evaluó el efecto de 5 sustratos: suelo, peat-moss, bagacillo y lombricompostas de pulpa de café y pulpa de café con cachaza. Para cada sustrato se hicieron análisis físicos y químicos. Se probaron 10 tratamientos con mezclas con diferentes proporciones de los sustratos y se obtuvieron los siguientes: suelo 100% (T1), peat-moss 100% (T2), lombricomposta 100% (T3), suelo/lombricomposta 50/50 (T4), peat-moss/lombricomposta 50/50 (T5), peat-moss/lombricomposta 25/75 (T6), bagacillo/lombricomposta 50/50 (T7), bagacillo/lombricomposta 25/75 (T8), peat-moss/cachaza 50/50 (T9), peat-moss/cachaza 25/75 (T10). Se utilizaron charolas germinadoras de 200 cavidades; cada charola se dividió en dos secciones, una mitad corresponde a la unidad experimental con 90 plántulas (parcela) y las 20 del centro como parcela útil. Cada tratamiento tubo 5 repeticiones teniendo así 100 plántulas por tratamiento. La distribución de las charolas fue completamente al azar. Los parámetros que se midieron en las plántulas fueron la altura, número de hojas y diámetro del tallo durante su crecimiento. Al alcanzar el tamaño de transplante se midió el área foliar, biomasa fresca y seca (aérea y de raíces) y la longitud de las raíces.

¹ isabelle@ecologia.edu.mx, eadtnova@edg.net.mx, brown@maptel.es

*Departamento de Biología de Suelos, Instituto de Ecología A.C. Km. 2.5 Antigua carretera a Coatepec. Apartado Postal 63 C.P. 91000 Xalapa, Veracruz; México.

**Universidad Complutense, Madrid, España.

Resultados

A los 11 días de la siembra, los tratamientos para la variable altura se comportaron igual, en las siguientes fechas se empezaron a notar diferencias entre tratamientos. Los tratamientos T1, T5 y T6 mostraron un incremento significativo comparado con los tratamientos T2, T7 y T8. El tratamiento que se mostró superior a todos fue el T6 midiendo en promedio las plántulas 15 cm comparando con el T2 que midió 4cm. Con respecto a la variable hojas a los 21 días todos los tratamientos presentaban plántulas con 4 hojas excepto el T2, T9 y T10 con 2 hojas; pero a los 31 días el T6 superó a todos con 7 hojas en promedio. Para el diámetro de la planta también el T6 fue el mejor teniendo plántulas con un diámetro promedio de 2mm al final, en cambio las plántulas de la mayoría de los otros tratamientos solo alcanzaron 1.6 mm. Referente al área foliar el T1, T2, T9 y T10 presentaron en promedio 6.5 cm², el T 3, T 4, T5, T9 y 10 en promedio alcanzaron 15 cm², y el T6 nuevamente superó a todos 20 cm². Para la longitud de raíces, la de las plantas cultivadas en el T2 fue la más corta, superada por el T4, T5, T6 y T10 con 8.5cm de largo en promedio. En cuanto al peso fresco total de las plántulas, se mostraron muy inferiores a los demás, los T2, T7 y T8 con 4 g en promedio, mientras que los de los demás fue de 8g en promedio. Para peso seco total de las plántulas las diferencias se presentaron igual, el T2, T7 y T8 con 0.1g de peso mientras que el T6 y T10 alcanzaron un peso máximo de 0.75g. Para el peso fresco de raíces nuevamente el T2, T3, T7 y T8 fueron muy bajos, mientras que para el T4, T5, T6, T9 y T10 alcanzaron 0.3g. En cuanto al peso seco de raíces el T2, T3, T7 y T8 igualmente fueron bajos con 0.03g y el peso seco de raíces del T6 superó a todos con 0.13g.

Conclusiones

La mezcla de lombricomposta de pulpa de café con peat-moss 25/75, fue el mejor tratamiento para el desarrollo de las plántulas de chile mirador. Esto sugiere que la mezcla de un material ligero y fibroso (peat-moss), con la lombricomposta de pulpa de café, que es un material rico en materia orgánica y demás nutrimentos, permitió tener un sustrato con una excelente estructura física y nutrimental para obtener plántulas sanas, vigorosas, con buen número de hojas y una altura óptima. Por el contrario, las plántulas de chile mirador no se desarrollaron satisfactoriamente en peat-moss 100% por lo que no se recomienda como sustrato para su producción.

Referencias

- Aranda, D. E. (1991). El vermicompostaje; una nueva alternativa para la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. XIV Simposio de Cafecultura Latinoamericana, INMECAFE, IICA-PROMECAFE, Panamá, Panamá.
- Laborde, C. J. A. (1982). Presente y Pasado del Chile en México. SARH, INIA. México, D. F. 79 p.

EXPERIENCIAS EN AGRICULTURA ORGÁNICA BIOINTENSIVA-SUSTENTABLE

Moisés Cuevas Vázquez¹, Andrea Crisóstomo Marañón²
y Javier Zaragoza Ortega³

Introducción

El presente trabajo compara la producción de variantes del Método Biointensivo y la agricultura convencional. Son parte de cinco años de investigación en Agricultura Orgánica Biointensiva Sustentable, en la obtención de los rendimientos de 16 cultivos.

Los ciclos estudiados corresponden a 2 periodos Primavera-Verano y 2 Otoño-Invierno, desarrollados en el campo agrícola experimental de la UACH y un terreno particular en Texcoco.

El método se introdujo en México desde 1984, a través del programa de "Menos y Mejores" del IMSS-ECOPOL. En la actualidad se ha adoptado por más de 700 mil pequeños productores en casi todos los estados del país. Hoy en día el método Biointensivo se extiende en más de 110 países.

Materiales y Métodos

Se usó un diseño experimental de parcelas divididas: parcela grande (160 m²) y parcela chica (9.94 m², sin considerar pasillos), con 4 repeticiones. Los cultivos evaluados se manejaron en el sistema de policultivos. Cada tratamiento se estableció en "camas" de 1.4 m de longitud x 7.1m de ancho con una dosis de composta de 80 t ha⁻¹. El testigo fue el sistema de producción hortícola convencional, éste se estableció en surcos, en una superficie de 2000 m² con dosis de fertilización recomendada por INIA para el Valle de México.

Con propósitos comerciales, se establecieron 230 camas durante dos ciclos anuales para tener 52 cosechas al año, se modificó uno de los principios del método biointensivo (exportación de energía), exportando de la unidad entre 90-95% de la producción, mayor al 33% recomendado como máximo según Jeavons (1997).

Resultados y Discusión

Los rendimientos de los cultivos (Cuadro 1) obtenidos por AALTERMEX se compararon con los rendimientos nacionales de cultivos hortícolas convencionales (INEGI, 1995) y los de la Agricultura Biointensiva de Ecology Action (Ecology Action, 1997).

¹ Profesor de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Director de AALTERMEX. E-mail: mcuevasv@taurus1.chapingo.mx

² Profesora Investigadora de la DICEA, UACH. E-mail: acrisost@taurus1.chapingo.mx.

³ Coordinador del Área de Investigación y Computo de AALTERMEX A.C. E-mail: izaragoz@taurus1.chapingo.mx

Se puede apreciar que los rendimientos de los cultivos en Agricultura Biointensiva comparados con la convencional son bastante elocuentes en cuanto a sus incrementos, sobre todo de aquellos que están sombreados, también podemos apreciar que, para algunos cultivos, se superan los datos reportados por Ecology Action, organismo que tiene más de 29 años de experiencia en el método (Cuadro1).

Cuadro 1. Rendimientos comparativos entre agricultura convencional y el método biointensivo de Ecology Action y AALTERMEX A.C. (1996-1997).

CULTIVOS ¹	RENDIMIENTOS NACIONALES AGRICULTURA CONVENCIONAL RIEGO		AGRICULTURA BIOINTENSIVA ECOLOGY A.		AGRICULTURA ³ BIOINTENSIVA AALTERMEX A.C.		INCREMENTO CON RESPECTO A LA AGRICULTURA CONVENCIONAL
	t ha ⁻¹	Kg/cama ²	t ha ⁻¹	Kg/cama	t ha ⁻¹	Kg/cama	%
ACELGA	11.345	14.5	143.192	183.0	26.604	34.0	134.46
BETABEL	23.474	30.0	39.045	49.9	84.507	108.0	260.00
BROCOLI	10.798	13.8	13.849	17.7	26.604	34.0	146.34
CALABACITA	11.798	15.0	34.037	43.5	54.094	68.7	358.50
CEBOLLIN	11.658	14.9	70.970	90.7	85.060	108.7	629.62
RABANITO	10.172	13.0	70.970	90.7	35.993	46.0	253.84
ZANAHORIA	27.073	34.6	53.208	68.7	100.156	128.0	269.94

Fuente: AALTERMEX A.C. y ECOLOGY ACTION (JUN. 1997)

¹Solo se presentan datos de siete cultivos, de un total de 16 evaluados.

²Rendimiento extrapolado a camas de cultivo. La superficie total de una cama considerando pasillos es de 12.78 m².

³Rendimientos máximos obtenidos con un 95% de eficiencia en el manejo del método.

Conclusiones

El método de Agricultura Biointensiva, resulta prometedor para satisfacer las necesidades básicas de los pequeños productores, especialmente para países subdesarrollados y con poca superficie cultivable, por las siguientes razones:

1. Satisface los requerimientos nutricionales provenientes del consumo diario de hortaliza.
2. Por el manejo de los suelos, compostas, uso de policultivos y rotaciones, aporta las condiciones ideales para el desarrollo de la productividad agroecológica de sus suelos.
3. Propone el manejo de una tecnología de fácil accesibilidad, es decir ofrece una total autosuficiencia en tecnológica alternativa de producción familiar, aportando fuentes de trabajo.
4. Los rendimientos obtenidos son posibles gracias a la recuperación que se ha logrado con el manejo de la materia orgánica y la fertilidad del suelo.

Referencias

- INEGI. 1995. Anuario de producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.
 INIA. 1981. Guía para la asistencia técnica del Valle de México. SARH. Chapingo, México
 Jeavons, J. 1997. "Curso de 10 semanas en Agricultura Biointensiva". Notas del curso de mayo.
 Willits, CA. E.U.A.

PROYECTO PRODUCTIVO "LOMBRICOMPOSTAJE CON PULPA DE CAFÉ" EN HUEYTAMALCO, PUE.

Salazar Chimal Teófilo Edmundo¹

Introducción

El municipio de Hueytamalco se localiza en la sierra nor-oriental del Estado de Puebla, a una altitud de 900 M.S.N.M. con una precipitación anual de 3100mm y una temperatura máxima de 35°C y mínima de 15°C. En esta región la principal actividad agroindustrial es el cultivo y beneficiado del café. Aquí como en muchas regiones dedicadas a esta actividad, existen graves problemas por el mal manejo de la pulpa, principal desecho de su proceso de beneficiado húmedo (aproximadamente 40% del peso fresco del fruto). Debido a que no se cuenta con un uso establecido y generalmente se subestima a este material, se deposita en grandes cantidades a orillas de caminos y lotes baldíos. Todo esto da como resultado que exista un deterioro en el medio ambiente de la región ya que esta además de producir malos olores y servir para la proliferación de larvas de insectos, al entrar en contacto con el agua, vierte sustancias tóxicas como es el caso de los taninos, así como productos generados por la descomposición de la pulpa, contaminando ríos y manantiales de la región. Es importante señalar además que los pagos de fletes para sacar la pulpa de los beneficios de café representa para los productores un egreso económico considerable.

Materiales y Métodos

En Junio de 1995, el autor habiendo colaborado con el proyecto de Lombricompostaje de pulpa de café del departamento de Biología de Suelos del Instituto de Ecología, planteo la viabilidad de realizar este proyecto ante la Escuela de Ingeniería Agrohídrica de la B.U.A.P. y la Sociedad Cooperativa de Productores de Café "San Ángel" de Hueytamalco, Pue. (esta cuenta con 70 socios, que en conjunto poseen alrededor de 450 hectáreas de cafetales y un beneficio húmedo). Gracias al apoyo y gestión ambas instituciones se logró un financiamiento a través del Programa de Proyectos Productivos de la SEDESOL y el Gobierno del Estado de Puebla el cual consistía en un préstamo de \$154,000.00 a cero intereses, a pagar en cinco años, con amortizaciones anuales de \$30,800.00, iniciándose la construcción de una planta de lombricompostaje para la producción de abono orgánico a partir de la pulpa de café,

En un terreno de la Sociedad Cooperativa a 300 m del beneficio y bajo la dirección del personal de la Escuela de Ingeniería Agrohídrica de la B.U.A.P., se construyó la planta de lombricompostaje que cuenta con 19 contenedores de block dobles sin piso, con techo de malla sombra al 90% y que posee un área efectiva de 342 m² en conjunto tienen una capacidad de 210 m³, una bodega de

¹ Profesor Investigador, Escuela de Ingeniería Agrohídrica. B.U.A.P.

120 m², una zona de acopio y fermentación de pulpa de 1500 m², donde se acumulan aproximadamente 115 camionadas de volteo (800 m³) de pulpa de café anuales, producidas con el sistema de beneficiado húmedo tradicional. Se adquirieron de la granja lombrícola Terranova de Coatepec, Ver. 30 lotes de pie de cría de lombrices composteadoras de las especies *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* y *Perionyx excavatus*, que en conjunto constituían aproximadamente unas 300 mil lombrices.

Resultados

Actualmente la planta de lombricompostaje de la Cooperativa "San Ángel" tiene una capacidad de transformación de 210 m³ de pulpa de café cada tres meses, con una densidad poblacional aproximada de 10 mil lombrices por m² y una producción promedio mensual de 8 toneladas de abono orgánico, logrando de esta manera transformar la totalidad de la pulpa producida en el beneficio húmedo de la Sociedad Cooperativa.

El abono producido se vende principalmente entre los socios cooperativistas y a otros productores de la región. Aunque en un inicio los productores mostraban cierta incredulidad hacia las bondades del abono de lombricomposta, con el paso del tiempo y en base a "pruebas" que ellos mismos han realizado en sus propias huertas, se han convencido y hoy en día la demanda del abono se ha incrementado a tal grado que la producción empieza a ser insuficiente por lo que se ha iniciado la ampliación de la planta en la que se pretende duplicar su capacidad y adquirir mas pulpa de otros beneficios cercanos. La planta actualmente genera ingresos promedio de \$8,000.00 por mes con unos gastos de operación no mayores a los \$2,000.00 siendo su utilidad neta de aproximadamente \$6,000.00 mensuales, lo que ha permitido el pago puntual de la amortizaciones del proyecto. Además de que las ganancias generadas han contribuido a mejorar la economía de la Sociedad Cooperativa.

Es importante señalar que este tipo de proyecto ya ha sido adoptado por otros beneficios de la región, además de que el distrito de la SAGAR de Teziutlán, Pue. a cual pertenece el Municipio de Hueytamalco, para el ejercicio 1998-1999 ha incluido dentro de su componente de impulso a la producción de café del Programa de Alianza para el Campo Poblano, el impulso a la lombricultura, en el cual se le proporciona a los productores blocks y lombrices para la realización de lombricompostas con pulpa de café.

Conclusión

La realización de proyectos productivos empleando la tecnología del lombricompostaje en pulpa de café para la producción de abono orgánico es plenamente rentable y representa la mejor alternativa de aprovechamiento de este desecho en las regiones cafetaleras.

Referencias

Aranda, D.E, 1988 La utilización de las lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. Acta Zoológica, 27: 21-23

CALIDAD QUÍMICA, BIOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LA VERMICOMPOSTA DE PULPA DE CAFÉ

Soraida Irissón-Name*, Isabelle Barois* y Eduardo Aranda-Delgado*¹

Introducción

Existen numerosas referencias que señalan las grandes propiedades que posee el abono de lombriz independientemente del sustrato orgánico y de la especie de lombriz que le da origen (Hervas, L. *et al* 1989, Piccone, G. *et al*, 1987). En este estudio se comparó la calidad química, bioquímica y bacteriológica de la lombricomposta de pulpa de café producida por tres especies de lombrices epigeas (*Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus* (ANNELIDA-OLIGOCHAETA), con el material obtenido mediante el tratamiento de volteos periódicos y un control (por degradación natural).

Materiales y Métodos

Para este trabajo se emplearon individuos adultos de tres especies de lombrices epigeas *Eisenia andrei* (Bouché 1972), *Eisenia fetida* (Savigny 1826) y *Perionyx excavatus* (Perrier 1872) y la pulpa de café fue obtenida de un botadero a cielo abierto cercano a la población de Coatepec, Ver. Se montó el experimento en cajones de madera de 400 litros con aproximadamente 200 kg de pulpa fresca y 500 g de lombrices de cada una de las especies y una mezcla de las tres (166.66g de c/u). El lombricompostaje fue comparado con el tratamiento de volteos periódicos (c/15 días) y degradación natural (sin ninguna intervención). Conforme se fueron obteniendo los abonos orgánicos (lombrices 4 meses, volteos y control 6 meses), se fueron caracterizando siguiendo los métodos sugeridos en las NOM (SECOFI). El fósforo inorgánico, nitrógeno mineral y polifenoles totales según Anderson & Ingram, (1993); los ácidos húmicos, mediante el método de Forsyth; el contenido de cafeína por el método propuesto por Newman, (1981)., los contenidos enzimáticos según Tabatabai, (1982). La identificación de coliformes fecales, poblaciones de *Salmonella* y *Shigella* fueron determinadas usando medios de cultivo selectivos y pruebas bioquímicas específicas para cada grupo de bacterias.

Resultados

No existieron diferencias significativas en la calidad química del abono de los diferentes tratamientos, sin embargo las lombrices, permitieron mayor concentración de nutrimentos, en este contexto el tratamiento de volteos tuvo la menor cantidad de materia orgánica con el consecuente aumento en cenizas, sin embargo mostró una notable disminución en los elementos fácilmente lábiles y de gran importancia agronómica como el N y K; así mismo este tratamiento es el que

¹soraida@ecologia.edu.mx, ²isabelle@ecologia.edu.mx, ³eadtnova@edg.met.mx

*Departamento de Biología de Suelos, Instituto de Ecología, A.C. Km. 2.5 Ant. Carretera a Coatepec, Ver. C. P. 91000. Xalapa, Ver., México.

presenta mayor cantidad de los elementos que comúnmente son causa de contaminación como Fe.

Los análisis bioquímicos demuestran que la presencia de lombrices incrementó el contenido de compuestos húmicos, así como la mayor cantidad de enzimas, lo que le confiere al abono de lombriz mejores propiedades agronómicas. Los análisis microbiológicos no revelaron la presencia de microorganismos que pudieran ser causade contaminación.

Conclusión

El abono orgánico que se obtiene después de la transformación de la pulpa de café por cada una de las lombrices, incluyendo la mezcla de especies, tiene las características químicas y bioquímicas adecuadas para poder ser utilizado como un fertilizante orgánico.

Además dado el tiempo de procesamiento, el lombricompostaje sigue siendo el mejor método para la descomposición de la pulpa de café.

Referencias

- Anderson, J. M. e Ingram, J. S. I. (Eds).(1993). *Tropical Soil Biology and Fertility a Handbook of Methods*. 2(Ed). C.A.B. International. UK. pp: 221-238.
- Hervas, L; Mazuelos, C; Senesi, N y Saiz-Jilmenez, C. (1989). Chemical and physico-chemical characterization of vermicomposts and their humic acid fractions. *In: The Science of the Environment*. 81/82: 543-550.
- Newman, J. R. (1981). Estimation of coffee, chicory and glucose solids contents of instant coffee products. *J. Assoc. Publi. Analysis*. 19:59-64.
- Piccone, G; Biasiol, B; Deluca, G. y Minelli, L. (1987). Vermicomposting of different organic wastes. *In: Compost: Production, quality and use*. De Betuldi, M; Fernanti, M. P; L'Hermite, and Zuccom, F. (Eds). Elsier London.
- SECOFI, Normas Oficiales Mexicanas: Y-85, 94, 103 y 118-A.
- Tabatabai, M. A.. (1982). Soil enzymes. *In: Methods of soil analysis*. Part. 2. Chemical and Microbiological propieties. Page, A. L; Miller, R. H.; Reeney, D. R. (Eds). 1159, 915-929.

Cuadro 1 Calidad química y Bioquímica del Abono orgánico de Pulpa de Café

TRATAMIENTOS

ANÁLISIS	CP	Ef	Ea	Pe	Mx	Ot	Ctrl
Humedad relativa (%)	87.30(a)	65.61(d)	64.66(e)	68.92(b)	60.64(g)	63.09(f)	66.99(c)
Sólidos Totales (%)	13.70(f)	34.39(d)	35.34(d)	31.08(e)	39.36(a)	36.91(b)	34.69(d)
pH	7.06(a)	6.61(c)	6.61(c)	6.72(b)	6.29(d)	6.02(e)	6.09(e)
Nitrógeno total (%)	2.00(e)	4.23(a)	4.00(c)	4.07(b)	4.00(c)	3.30(d)	3.99(c)
N-NOS (ppm)	-	53.60(c)	1,137.82(b)	1,775.01(a)	1,130.29(b)	1,806.57(a)	18.46(c)
N-NH (ppm)	-	638.54(e)	829.46(b)	846.53(a)	846.00(a)	662.96(d)	748.89(c)
Nitrógeno mineral (%)	-	0.06(d)	0.20(b)	0.26(a)	0.20(b)	0.25(a)	0.08(c)
Nitrógeno orgánico (%)	-	4.17(a)	3.80(c)	3.80(c)	3.80(c)	3.06(d)	3.91(b)
Fósforo Total (%)	0.11(g)	0.24(c)	0.20(b)	0.23(d)	0.23(d)	0.25(a)	0.20(f)
Fósforo Inorgánico (%)	-	0.13(d)	0.14(bc)	0.14(bc)	0.16(b)	0.14(bc)	0.19(a)
Fósforo orgánico (%)	-	0.11(a)	0.11(a)	0.09(b)	0.07(b)	0.11(a)	0.016(c)
Calcio (%)	0.78(e)	1.73(a)	1.72(a)	1.66(b)	1.80(d)	1.60(c)	1.40(d)
Magnesio (%)	0.38(g)	0.82(a)	0.80(b)	0.76(c)	0.69(f)	0.76(d)	0.73(d)
Sodio (%)	0.03(c)	0.07(a)	0.07(a)	0.07(a)	0.07(a)	0.07(a)	0.08(b)
Potasio (%)	0.36(e)	0.78(a)	0.73(b)	0.73(b)	0.70(c)	0.53(d)	0.62(d)
Cobre (ppm)	1.00(b)	19.01(a)	19.69(a)	19.92(a)	19.79(a)	19.67(a)	19.93(a)
Hierro (ppm)	589.91(f)	2,203.80(e)	5,310.23(b)	4,662.70(c)	4,536.63(c)	9,250.73(a)	3,406.43(d)
Manganeso (ppm)	267.73(g)	643.32(e)	722.39(d)	746.52(c)	748.70(b)	962.81(a)	571.47(f)
Zinc (ppm)	147.89(g)	1,267.76(a)	862.56(e)	1,103.63(b)	896.31(d)	896.46(c)	374.12(f)
Carbón (%)	4.00(f)	12.70(e)	15.49(c)	17.29(b)	14.04(d)	28.21(a)	16.08(c)
Materia orgánica (%)	96.00(a)	87.30(b)	84.61(d)	82.71(e)	85.96(c)	71.79(f)	83.92(d)
Carbono total (%)	55.68(a)	60.29(b)	48.84(c)	48.89(c)	49.96(b)	41.64(d)	48.69(c)
Relación CN	27.66(a)	11.88(d)	12.22(c)	11.60(d)	12.47(bc)	12.62(b)	12.20(c)
Cafeína (%)	0.022(a)	0.007(d)	0.004(f)	0.008(e)	0.008(c)	0.008(c)	0.012(b)
Taninos (%)	0.16(a)	0.010(b)	0.010(b)	0.008(c)	0.012(b)	0.007(c)	0.014(b)
Plomo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Estroncio	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
COMPUESTOS ORGANO-MINERALES							
Húmina (%)	-	84.22(a)	74.30(b)	70.34(c)	73.89(b)	83.95(a)	67.80(d)
Ácidos húmicos (%)	-	11.00(d)	16.11(b)	22.08(a)	13.76(c)	10.46(d)	22.68(a)
Ácidos fúlvicos (%)	-	4.76(d)	10.60(b)	7.58(c)	12.35(a)	5.80(d)	9.82(b)
Relación Ác. Hum/Ác. Fúl.	-	2.32(b)	1.43(d)	2.93(a)	1.11(d)	1.89(c)	2.32(b)
ENZIMAS							
Fosfatasa ácida U/g	-	9.14(b)	9.59(a)	8.42(d)	6.99(f)	8.49(c)	7.83(e)
Fosfatasa alcalina U/g	-	8.06(a)	6.74(b)	5.71(c)	4.69(d)	3.89(e)	2.14(f)
Ureasa U/g	-	1.29(a)	0.92(c)	1.09(b)	0.96(d)	0.17(f)	0.60(e)

CP = Pulpa inicial
Mx = Mezcla de 3 especies

Ef = *Eisenia fetida*
Ot = Volteos periódicos

Ea = *Eisenia andrei*

Pe = *Perionyx excavatus*
Ctrl = Sin ningún tratamiento

ND: No detectable

LOMBRICULTURA Y PRODUCCION DE AVES DE TRASPATIO EN LA REGION CENTRAL DE PUEBLA, MEXICO.

Rodrigo Palma Guarneros¹ y Samuel Vargas López²

Introducción

El sistema tradicional de producción de aves de traspatio lo practica 100% de los productores, con promedio de 16 aves en manejo, que abastecen 62.6% de carne de pollo y 48.5% de huevo que consume la familia; en la alimentación de los animales se utiliza grano de maíz (173 kg año⁻¹), nixtamal (94 kg año⁻¹), alimento comercial (49 kg año⁻¹) y complementan su dieta con hierbas, gusanos e insectos (Librado, 1997). La lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) se ha utilizado para transformar los desechos orgánicos (estiércol, rastrojos, desperdicios de cocina) en biofertilizante (Trejo, 1995) y utilizar a la lombriz como fuente de alimento en los animales (Ferruzzi, 1986; Lee, 1985). Martínez (1996) reporta que un kg de lombriz produce 21 kg biofertilizante en 30 días y duplica el peso vivo de la misma en 90 días. Lee (1985) reporta que la lombriz es una importante fuente de proteína (60-61%), extracto etéreo (7-10%) y minerales (cenizas 8-10%). En la alimentación de aves de postura se tuvo pérdida de peso cuando las gallinas se alimentaron con lombriz, reducción del porcentaje de postura y se disminuyeron los costos de producción en 10% (García, 1978). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la alimentación complementaria en pollitas de postura y gallinas criollas con lombriz y difundir la experiencia en comunidades de la región central del Valle de Puebla,

Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en la comunidad de la Trinidad, y Santa Cruz Ajajalpan del municipio de Tecali de Herrera, estado de Puebla. La región es semiárida, con clima templado subhúmedo, 700 mm de precipitación y temperatura de 16 °C. Los pasos metodológicos fueron: a) caracterización de la producción de subproductos agropecuarios en la unidad de producción, b) composteado del estiércol de animales domésticos, c) preparación de la cama, d) siembra de lombriz en 12 criaderos familiares, e) producción, separación de lombriz y biofertilizante, f) alimentación de pollas de postura (Rhode Island) durante 19 semanas en tres tratamientos (T1: alimento comercial, T2: alimentación tradicional más lombriz, T3: alimentación tradicional) y g) alimentación de gallinas criollas en el período de postura (dos meses) con alimentación tradicional más lombriz (T2) y alimentación tradicional (T3). La proteína cruda de las dietas utilizadas fue de 16, 9.11, 8.2% para T1, T2 y T3, respectivamente.

Desarrollo

¹ Estudiante FMVZ Univ. Autónoma de Puebla. Email: ropalma@siu.com.buap.mx.

² Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. A.P. I-12. Col. La Libertad, Puebla, Pue. CP. 72130. Email: svargas@colpos.colpos.mx

Los productores disponen de 2.5 t de estiércol de pequeños rumiantes por año, el cual se logró compostear en 30 días utilizando activador comercial, manteniendo un nivel de humedad de 70% y aireación cada cinco días. Por cada kg de materia seca de composta se producen 30 g de lombriz fresca a los 90 días, resultado superior al reportado por Martínez (1996).

En las pollitas de postura la ganancia de peso por semana fue de 91, 86.6 y 69.50 g para los T1, T2 y T3, respectivamente; no encontrando diferencia significativa entre T1 y T2, pero si hubo diferencia significativa con la ganancia de peso obtenida en el T3 ($p \leq 0.05$). El peso a las 19 semanas obtenido por tratamiento fue de 1.731 kg para T1, 1.532 kg para T2 y 1.320 kg para T3. Los costos de alimentación fueron de \$16.00, \$9.50 y \$5.70 por gallina a las 19 semanas de edad para T1, T2 y T3, respectivamente, reduciendo los costos de producción en 40% la suplementación con lombriz comparada con el uso de alimento comercial, lo que es una proporción mayor a lo reportado por García (1978).

En el período de postura de las gallinas criollas se encontró que con la alimentación tradicional se perdió 4.3g/día y las que se alimentaron con la alimentación tradicional más lombriz ganaron 7.1g/día, los datos obtenidos no coinciden con los reportados por García (1978) para gallinas de postura en jaulas, ya que en este caso se tuvo aumentos de peso al suplementar con lombriz y la producción de huevos se incrementó en 66% con respecto a la alimentación tradicional, lo que indica que la alimentación tradicional es de baja calidad nutritiva.

Con los recursos con que cuentan los productores de la región central de Puebla, se producen al año 75 kg de lombriz fresca, la que es suficiente para suplementar 30 gallinas criollas, las que producen 120 kg de huevo, lo que equivale a 200% más que la producción tradicional; con un excedente de 40 kg de huevo para venderse en el mercado regional y 1500 kg de lombricomposta que se vende al menudeo a \$12.00 /kg en la ciudad de Puebla.

Los criaderos familiares de lombriz establecidos, en cinco comunidades de la región centro y la Sierra Norte del estado de Puebla, han servido como centros demostrativos, con lo cual se espera a largo plazo integrar a la lombricultura como el modelo alternativo de producción semintensivo de aves de traspatio.

Conclusiones

Los subproductos agropecuarios obtenidos en las unidades de producción, son una fuente importante de sustrato para la producción de lombriz, el proceso requiere de poca mano de obra, uso de materiales locales y tecnología sencilla. La suplementación de aves de traspatio con lombriz, constituye una alternativa para la producción de huevo y carne de pollo, que además de mejorar la alimentación de las familias, se generan ingresos adicionales por la venta de huevo y biofertilizante

Referencias

- Ferruzzi, C. 1986. Manual de lombricultura. Versión española. Ed Mundi-prensa. Madrid , España 40-75.
- Lee, K.E. 1985. Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use. CSIRO. Academic Press. Sydney, Aust. p. 329
- Librado, P.M. 1997. La producción de aves de traspatio. CESDER. Tesis Licenciatura. Zautla, Pue. 75 p
- Martínez, C. 1996. Potencial de la lombricultura . Ed lombricultura técnica mexicana . México:67-89
- Trejo, T.L.I. 1995. Establecimiento del cultivo de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) sobre estiércol bovino. Tesis Licenciatura. UACH. Chapingo, México. 90 p.

Carteles

INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE EL USO DE LOMBRICOMPOSTAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS

Verónica Nava Rodríguez¹

Introducción

Existen una gran diversidad de materiales orgánicos que se utilizan en la agricultura para sustituir o al menos reducir el uso de fertilizantes químicos, con el objetivo de disminuir los daños ecológicos y reducir los costos de producción.

Los substratos orgánicos más comunmente usados durante el establecimiento y propagación de las plantas son la turba esfagnica, la fibra de coco, la tierra y hojarazca de bosque, las compostas y las vermicompostas. En las etapas de desarrollo y producción de cultivos, los materiales orgánicos más utilizados en campo son los abonos de res, aves y puerco, los abonos verdes y los residuos de cultivos. La inoculación de biofertilizantes, ya sea con cepas de *Rhizobium* o micorrizas vesiculo arbusculares, también se aplican en cultivos que desarrollan esta simbiosis, en ambos períodos de crecimiento. El propósito de este trabajo es mostrar los resultados de trabajos experimentales recientes en diversas partes del mundo, con respecto al uso de lombricompostas y otros materiales orgánicos en diversos cultivos, para resaltar las experiencias exitosas en la aplicación de estos substratos.

Metodología

La información se obtuvo a partir de una revisión bibliográfica sobre las investigaciones realizadas entre 1993 y 1998. Los campos de información que se introdujeron a la base de datos fueron: lugar de estudio, cultivo, etapa de desarrollo, substratos orgánicos y tecnología de aplicación, resultados y conclusiones del trabajo.

Resultados

Un alto porcentaje de las publicaciones consultadas en años recientes corresponde a países sudamericanos, particularmente Brasil (Cuadro 1). Los datos muestran que hubo éxito al aplicar lombricomposta en plántulas de *Citrus* al reducir el tiempo de transplante y de *Coffea* al aumentar su vigor y reducción de costos en la aplicación de fertilizantes, así como en la reducción de insectos en plántulas de *Leucaena*.

¹ Profesor - Investigador del Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-X. Calzada del Hueso 1100. Col Villa Quietud. C.P. 04960. Correo.electrónico: narv2011@cueyatl.uam.mx

Cuadro 1. Resultados de algunas investigaciones sobre el uso de vermicompostas y otros sustratos orgánicos en la etapa de establecimiento de diferentes cultivos.

Lugar de estudio	Cultivo	Sustratos y tecnología	Resultados y Conclusiones	Referencias
Brasil	<i>Ilex paraguayensis</i>	50% de MO en forma de residuos de frijol, tallos de arroz carbonizado y lombricomposta en bolsas de plástico y en recipientes de pequeños tubos que evitan deformación de la planta.	Mayor desarrollo de raíces en bolsas de plástico y con el tratamiento de MO.	Ferrón, R.T. et al. 1997. Ier Congreso sul americano da ervamate. Brazil.
Brasil	<i>Leucaena leucocephala</i>	Diferentes proporciones de lombricomposta en el medio de crecimiento.	A mayor proporción de lombricomposta en el medio, se redujo la incidencia de <i>Heteropsylla cubana</i> , se requiere de mayor investigación para confirmar esta aparente resistencia con el uso de este sustrato.	Birador, A.P., et al. 1998. Insect Env. 4: 55-56
Colombia	<i>Lactuca sativa</i> cv Great Lake 188 y Pacífico	Transplante de plántulas de 40 días a parcelas con bagazo de caña prensado y cenizas (3:1) o en suelo mejorado con 5, 10 y 15 t ha ⁻¹ de abono de res, de aves y lombricomposta.	Hubo mayor uniformidad y sobrevivencia de plántulas en el transplante, mayor en Great Lake (28119 kg ha ⁻¹) que en Pacífico (8 476 kg ha ⁻¹) y fue mayor en bagazo de caña+cenizas seguida por suelo mejorado con 15 y 5 t ha ⁻¹ de abono de aves.	Vélez, M. J. F. y Brezón, C. 1996. Acta Agronómica. Universidad Nacional de Colombia.
Colombia	<i>Lycopersicon esculentum</i> cv Santa Clara	Semillas sembradas en bagazo de caña y cenizas (3:1) y varios mejoradores usando o receptor la copa o vaso de plástico.	Después de 35 días después de la siembra, los mejores sustratos fueron usando como suplemento: lombricomposta (6 a 12 % v/v) y con 150 a 300 g de N aplicado en solución a los vasos antes de la siembra.	Brezón, C. y Gómez, Z.J. 1996. Acta Agronómica. Universidad de Colombia
Brasil	<i>Lactuca sativa</i> cv Vitoria, Verde, Clara y Brasil 48	Mejoradores orgánicos: Composta tradicional 10 t ha ⁻¹ , lombricomposta 10 t ha ⁻¹ , dispersada, dispersada e incorporada, en surco y en el hoyo de la siembra.	No hubo incremento en el contenido de nutrientes en plántulas de 86 días al aplicar compostas orgánicas, excepto para el K, pero hubo reducción de nitratos en relación con fertilizantes minerales. El método de aplicación no tuvo efectos.	Ricci, M. et al. 1995. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 30: 1035-1034
Brazil	<i>Citrus sinensis</i> cv Pera Rio	Comparación del método tradicional en campo vs suelo mejorado con arena, vermiculita, lombricomposta, Plantax y bagazo de caña, en plántulas transplantadas a los 98 días en macetas de 7 L.	Reducción del 51 % del periodo de enraizamiento con respecto al método tradicional. Suelo-arena-lombricomposta (30:40:30) dio la mayor altura y diámetro del tallo, alcanzó su tamaño de transplante en 404 días con reducción de 25 % respecto al método tradicional.	Toledo, A.R. et al. 1997. Ciencia e Agrotecnologia 21: 29-34
Costa Rica	<i>Coffea arabica</i> cv Caltura	Se aplicaron 6 y 8 Lm ² de lombricomposta obtenida de abono de res comparada con fertilizante: 780 kg N ha ⁻¹ , 1066 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ y 453 kg K ₂ O ha ⁻¹ en suelo de Andosol.	A mayor grado de composta mayor vigor en el crecimiento que los otros fertilizantes. Aún a bajos rangos de lombricomposta se obtienen mejores resultados que con fertilizantes químicos.	Hernández y Villalobos. 1997. Memorias del XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura. San José, Costa Rica.

EFFECTO DE *Arachis pintoi* EN EL RENDIMIENTO DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Rosa Anabey Mayorga Chavez¹, Langen Corlay Chee², Víctor Manuel Ordaz Chaparro³ y Juventino Cuevas Ojeda⁴

Introducción

Actualmente es necesario buscar estrategias que proporcionen un manejo integral, de tal forma que se aumente la productividad en los agroecosistemas. En este sentido las leguminosas en general elevan la fertilidad del suelo, desempeñando un papel positivo en áreas degradadas y constituyen uno de los métodos más económicos para la aportación de nitrógeno al suelo. El cacahuatillo forrajero es una leguminosa de reciente introducción a México Santos (1997) señala que *A. pintoi* controla nematodos del género *Meloidogyne*, por lo que pudiera inferirse propiedades alelopáticas de la planta. Económicamente el jitomate es una de las hortalizas más importantes en México, sin embargo la mayor pérdida de su producción es provocada por plagas y enfermedades, elevando así los costos de producción, por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de *A. pintoi* en la producción de jitomate y su posible efecto alelopático.

Materiales y Métodos

Se probaron dos niveles de inoculante de *Nacobbus aberrans* (0 y 13 mL) y cuatro niveles (0, 4, 6 y 8 g de *A. pintoi* kg⁻¹ de suelo). El jitomate se trasplantó 30 días después de que se incorporó el cacahuatillo. En invernaderos de la Universidad Autónoma Chapingo se estableció el experimento dispuesto en un arreglo experimental completamente al azar, compuesto de ocho tratamientos y cinco repeticiones (Cuadro 1). Las variables evaluadas, 30 días después del trasplante, fueron altura de la planta, peso seco de la parte aérea e incidencia de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporarum*). Los datos se analizaron con el programa Statistical Analysis System y las medias de las variables se separaron con Prueba de Tukey al 5%.

Resultados y Discusión

Los resultados de las variables evaluadas se presentan en el Cuadro 2. La prueba de comparación de medias mostró diferencias significativas ($\alpha = 0.01$) de los factores por separado y la combinación de los factores en la variable altura. En este experimento la inoculación de nematodos no afectó el crecimiento de la planta, ni el número de mosquitas blancas sin embargo redujó el peso seco, lo cual coincide con Calderón

¹ Pasante de Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos, U. A. Chapingo Km 38.5 Carr. México. Texcoco, Chapingo, México 56230 E-mail manabey@correoweb.com

² Fertilidad, Dpto. Suelos, U. A. Chapingo Km. 38.5 Carr. México. Texcoco, Chapingo, México 56230 E-mail corlay@taurus1.chapingo.mx

³ Edafología, IRENAT, CP Km. 35.5 Carr. México- Texcoco, Montecillo, Méx. C.P 56230 E-mail ordaz@colpos.colpos.mx

⁴ Parasitología Agrícola, U.A. Chapingo Km 38.5 Carr. México. Texcoco, Chapingo, México 56230 E-mail jcuevas@taurus1.chapingo.mx

(1981) que señala que los nematodos merman significativamente la producción de plantas hortícolas.

Cuadro 1. Diseño de tratamientos

Tratamiento	Clave de Identificación	Inoculante de <i>N. aberrans</i> (mL)	<i>A. pintoi</i> incorporado (g)
1	0,0	0	0
2	0,1	0	4
3	0,2	0	6
4	0,3	0	8
5	1,0	13	0
6	1,1	13	4
7	1,2	13	6
8	1,3	13	8

Cuadro 2. Comparación de medias entre los factores N (Inoculación con nematodos) y A (aplicación de *A. pintoi*) de las variables altura (H), peso seco (PS) y mosquitas (M).

VARIABLES	A				N	
	0 g	4 g	6 g	8 g	0 mL	12.8 mL
H	21.6 c	28.4 c	31.2 b	32.5 a	28.8 a	28.2 a
PS	2.4 c	3.8 b	4.2 a	4.8 a	4.5 a	3.1 b
M	70.7 a	51.8 b	42.5 b	30.9 c	46.62 a	51.3 a

Para una misma variable y factor, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes ($\alpha = 0.05$).

La altura y peso seco tuvieron una tendencia directamente proporcional en cuanto al nivel de *A. pintoi* incorporado e inversamente proporcional al número de insectos, lo anterior pone de manifiesto que el cacahuatillo y su posterior mineralización liberó nutrimentos que pudieron ser aprovechados por el jitomate, reflejándose en su rendimiento y altura; por otra parte pudiera inferirse un efecto alelopático de *A. pintoi* sobre mosquita blanca, aunque se requieren realizar mayores estudios para confirmarlo.

Conclusión

Arachis pintoi incorporado al suelo aumentó el peso seco de la parte aérea en plantas de jitomate y redujó la población de mosquitas blancas.

Referencias

- Santos, B. 1997. Los usos de *A. pintoi*. Nota periodística del Diario de Panamá América, publicado el 15 de septiembre de 1997. Editorial Panamá-América, Panamá, Panamá pág. 17.
- Calderón, M. 1981. Cuatro nematicidas como una alternativa más para el control químico de nematodos en el cultivo de Banano *Musa sapiente* L. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos, Guatemala, Guatemala 1-10.

ADECUACIÓN Y VALIDACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO FERMENTADO "BOCASHI" PARA EL ALTIPLANO DE MEXICO

Jesús Valero Garza*

Introducción

El problema principal que está deteniendo el desarrollo de la agricultura del altiplano mexicano es la pobreza de los suelos y en especial, a la falta de materia orgánica y a la baja actividad microbiológica en los mismos. Año con año estos dos problemas siguen aumentando debido al monocultivo de gramíneas, que desgastan más al suelo y a la casi nula aplicación de residuos orgánicos. Por esta causa los cultivos no producen si no se les aplica una buena cantidad de fertilizante químico, dándose el caso de que algunos agricultores siembran para auto consumo y con los pocos excedentes de producción pagan el fertilizante (aproximadamente \$1,200 por hectárea). Una de las alternativas es el uso de abonos orgánicos que puedan sustituir al fertilizante sin bajar la producción muy sensiblemente (Valero, 1998).

Los objetivos del presente trabajo fueron adecuar la receta del abono orgánico fermentado Bocashi a las condiciones del altiplano mexicano y validar el abono resultante en el estado de Querétaro.

Materiales y Métodos

El Bocashi, es un abono orgánico fermentado, que se elabora con estiércol y otros componentes orgánicos que son desechos o subproductos de la misma unidad de producción y que por lo tanto no le cuestan al agricultor, los cuales son sometidos a una fermentación aeróbica, es decir que necesita aire, y que requiere de la participación activa de microorganismos, los cuales son necesarios para la descomposición de los materiales que entran en la mezcla y para aportar al suelo una nueva flora microbiana (Restrepo, 1997). La receta original del Bocashi incluye cascarilla de arroz, pulidura de arroz y levadura de pan; estos componentes se tuvieron que cambiar por: paja de trigo, mazorca de maíz molido y pulque respectivamente, ya que los primeros casi no es posible conseguirlos en las comunidades de la región.

De enero a septiembre de 1998 se impartieron talleres de elaboración de Bocashi para técnicos y productores en 13 comunidades del municipio de Amealco, Qro., capacitando a 571 personas en esta técnica. Se establecieron seis parcelas de validación en el Municipio de Amealco, Qro. en diferentes comunidades (Cuadro 1)

Para producir una tonelada de Bocashi se requiere:

- 200 kg de paja molida de trigo, de frijol o maíz .
- 300 kg de tierra de hojarasca seca o del azolve de bordos o presas.

* Investigador del Campo Experimental Querétaro, INIFAP (jvalero@albec.net.mx)
Pasteur sur 414, 2° piso, Col. Valle Alameda, Santiago de Querétaro, Qro.

- 300 kg de gallinaza u otro estiércol seco y molido
- 50 kg de carbón de olote quebrado
- 50 kg de harina de maíz molido incluyendo el olote
- 10 kg de cal o de ceniza
- 8 L de pulque o ½ kg de levadura de pan (como fuente de microorganismos)
- 8 L de melaza de caña o piloncillo diluido
- agua, solo la necesaria para humedecer la mezcla (prueba del puño)

Resultados

Todos los productores que entraron en el programa de validación elaboraron su propio Bocashi y solo tuvieron que comprar fuera de su unidad de producción, el pulque y la melaza. Si se considera el costo del maíz y la mano de obra para la elaboración y aireación del abono se calcula que incurrieron en un costo aproximado de \$200 pesos por tonelada. En el Cuadro 1 se presentan los resultados por parcela.

Cuadro 1. Resultados de la comparación del abono orgánico Bocashi contra el químico convencional en parcelas de maíz de una hectárea, en el municipio de Amealco Querétaro, en el ciclo PV 98/98, en primera aplicación.

Comunidad	Productor	Rend. t ha ⁻¹ con 1 t ha ⁻¹ de Bocashi	Rend. t ha ⁻¹ con Químico
El Terrero	Vicente Aguilar	6.4	6.2
El Lindero	Bruno Serrano	3.1	2.9
Los Arboles	Rafael Zuñiga	5.1	3.2
Santiago Mexquititlan Barrio 1°	José Avila	3.6	3.4
Santiago Mexquititlan Barrio 5°	Ernesto Pérez	2.8	2.5
La Manzana	Pedro Rodríguez	3.7	3.1

Conclusiones

En primer término es notorio que el abono orgánico suple totalmente al fertilizante químico, desde el primer año. Por otro lado, el abono orgánico cuesta aproximadamente 1/6 de lo que cuesta el químico cuando el productor cuenta con la mayoría de los materiales para su elaboración y la mitad del químico cuando tiene que comprar estiércol y paja fuera de su unidad de producción, lo anterior genera la independencia tecnológica y económica de los fertilizantes químicos, ya que los agricultores pueden elaborar sus propios abonos con los medios que tienen en su unidad de producción y recuperar la fertilidad y la vida microbiana de su tierra.

Referencias

- Restrepo, J. 1997. Abonos orgánicos fermentados (Experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil). Gobierno del Estado de México.
- Valero, J. 1998. El Abono orgánico fermentado Bocashi. Hoja de divulgación. INIFAP- Campo Experimental Querétaro. Querétaro, Qro., Febrero.

CRECIMIENTO Y ALIMENTACIÓN DE INSECTOS CON LOMBRICOMPOSTA DE PULPA DE CAFÉ (LC) Y SU TRANSFORMACIÓN QUÍMICA

Ariadna Martínez-Virués*¹, Isabelle Barois*¹, Eduardo Aranda-Delgado*², Soraida Irissón-Name*¹ y Roberto Arce-Pérez**¹

Introducción

Los insectos son un serio problema cuando se tornan plagas en los cultivos. En México, las larvas de los coleópteros Melolonthidae, "gallinas ciegas" afectan más de 20 cultivos (Morón, 1984) causando graves pérdidas en millones de hectáreas anualmente. Sin embargo, no hay programas eficientes para el manejo y control de estas plagas (Villalobos, *et al.*, 1993).

Una estrategia para el control de estas plagas radica en el conocimiento de la biología de los insectos. Sin embargo, estos estudios se dificultan ya que en muchas ocasiones no es fácil mantener poblaciones de estos insectos en el laboratorio.

Aranda (*comm. pers.*) observó el desarrollo de una gran cantidad de larvas en LC. Esto sugiere que LC contiene los nutrientes mínimos necesarios para el desarrollo de estos insectos. De aquí se deriva el estudio del ciclo de vida de *Paragymnetis flavomarginata sallei* (Pfs) en LC y la transformación química de ésta.

Materiales y Métodos

En condiciones de laboratorio se criaron con LC fresca larvas de Pfs hasta su forma adulta, observando y registrando su crecimiento y cambios morfológicos. Se caracterizó químicamente (pH, materia orgánica, cenizas, N, P, K, C, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Al, compuestos húmicos, enzimas, grasa y fibra cruda, *c.f.*, Anderson e Ingram 1993; Aguilar, *et al.*, 1987) la LC y el producto de la digestión de las larvas (excretas). Pfs tiene tres estadios larvarios (L-I, L-II y L-III) y a sus excretas respectivas se denominan ExL-I, II ó III.

Resultados

Pfs se desarrolló satisfactoriamente en 345 días en promedio desde huevo hasta adulto, consumiendo en promedio 135 g de LC fresca (73.07% de humedad) por individuo.

En el Cuadro 1 se muestran las características químicas y bioquímicas de la LC y las excretas. La digestión de la L-III es diferente de la L-I y II, y tiene una mejor

¹ *Depto. Biología de Suelos **Depto de Entomología, Instituto de Ecología, A.C. AP 63. CP. 91000. Xalapa, Ver., México.

¹e-mail en @ecologia.edu.mx: ariadna@, isabelle@, soraida@, entomologia@

²eadtnova@edg.net.mx.

eficiencia digestiva, puesto que en sus excretas hay disminución de nutrimentos importantes como C, N, Ca, Mg, proteína (N orgánico) y materia orgánica.

Cuadro 1. Caracterización química de los principales nutrimentos de la lombricomposta de pulpa de café (LC) y de las excretas de *Paragymnetis flavomarginata sallei*, en base seca.

	Unidad	LC	ExL-I	ExL-II	ExL-III
pH		5.83	5.60	6.47	6.52
Cenizas	g/100 g	27.57	24.58	25.25	29.47
Materia orgánica	g/100 g	72.43	75.42	74.75	70.53
Carbono total	g/100 g	42.01	43.75	43.36	40.91
Nitrógeno total	g/100 g	4.14	3.96	4.07	3.76
Nitrógeno mineral	g/100 g	0.05	0.13	0.18	0.11
N-NH ₄	g/100 g	0.02	0.11	0.16	0.09
N-NO ₃	g/100 g	0.03	0.03	0.03	0.02
Nitrógeno orgánico	g/100 g	4.09	3.83	3.89	3.65
Fósforo total	mg/g	346.74	366.96	370.03	386.42
Fósforo orgánico	mg/g	160.70	157.81	159.03	174.01
Fósforo inorgánico	mg/g	186.04	209.15	211.00	212.41
Fósforo extractable	mg/g	0.365	0.525	0.552	0.379
Sodio total	mg/g	0.582	0.554	0.606	0.658
Potasio total	mg/g	29.55	33.05	35.43	36.05
Calcio total	mg/g	21.28	22.85	23.23	22.63
Magnesio total	mg/g	4.36	4.32	4.50	4.50
C. Intercambio	Meq/10	144.66	146.42	147.29	153.58
Catiónico	0g				
Fierro total	µg/g	5754.5	1735.25	3698.36	7722.83
		3			
Cobre total	µg/g	29.18	17.17	41.45	39.40
Zinc total	µg/g	180.55	63.04	148.68	201.21
Manganeso total	µg/g	537.80	283.71	584.87	665.78
Aluminio total	µg/g	7907.9	3017.14	6043.63	10975.1
		5			8
Humina	g/100g	62.93	53.89	51.36	56.67
Ácidos húmicos (Ah)	g/100g	3.73	14.53	12.13	5.00
Ácidos fulvicos (Af)	g/100g	33.33	31.58	36.50	38.33
Relación Ah/Af		0.11	0.46	0.33	0.13
Ureasas	UI/g	2.29	1.92	2.23	2.66
Fosfatasa alcalina	UI/g	6.00	1.56	1.23	3.48
Fosfatasa ácida	UI/g	14.39	5.65	5.15	4.71

En las ExL-III hay concentración de nutrimentos totales (mineralización) como Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Mn y Al, lo que aumenta el porcentaje de cenizas en 2% comparado con la LC.

Los cambios en NH_4 indican que ExL son potencialmente un abono de calidad, ya que la concentración en las ExL-I, II y III es 4.5, 7 y 3.5 veces mayor que en la LC respectivamente, lo que incrementa el pH. Esto sugiere cambios en la microflora intestinal durante el desarrollo de la larva.

El fósforo extractable se incrementa en promedio 47.5% en las ExL-I y II y la actividad de las fosfatasas es menor en las excretas que en la LC, de igual forma para la ureasa en las ExL-I y II no siendo así para las ExL-III (Cuadro 1).

Conclusiones

La lombricomposta de pulpa de café es un sustrato adecuado para la crianza y alimentación de *Paragymnetis flavomarginata sallei*.

El producto de la digestión de la LC ingerida por las larvas químicamente se considera un buen sustrato para usarlo como mejorador de suelos.

Referencias

- Aguilar, Etchevers y Castellanos. 1987. Análisis Químico para Evaluar la Fertilidad del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia. Chapingo. 217 pp.
- Anderson e Ingram. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility: A handbook of methods. C: A. B. International. Inglaterra. 221 pp.
- Morón, 1984. Escarabajos 200 Millones de Años de Evolución. Instituto de Ecología. México. 96-97, 101-104 pp.
- Villalobos, Goh, Emberson, Chapman y McPherson. 1993. Interacciones entre la Materia Orgánica del Suelo, la Bacteria *Serratia entomophila* Grimont *et al.* y la Alimentación de larvas de *Costelytra zealandica* (White) (Coleóptera: Melolonthidae) *In: Diversidad y Manejo de las Plagas Subterráneas*. 1993. Publicación especial de la Sociedad de Entomología e Instituto de Ecología, Xalapa. 235-253 pp.

EFFECTO DEL PELO HIDROLIZADO DE CERDO COMO COMPLEMENTO DE LA FERTILIZACIÓN EN CAÑA DE AZÚCAR

E. Alvarez-Sánchez¹, N. Sánchez G². y R. Zepeda P. ¹

Introducción

En Texcoco, Edo. de México se encuentra ubicado el rastro tipo TIF, en el que se desecha aproximadamente un kilogramo de pelo por cerdo sacrificado, alcanzando una producción diaria de 600 kg. Actualmente el pelo producido se incinera provocando contaminación por malos olores y gases que se liberan a la atmósfera, además de que el proceso de incineración involucra un gran costo de combustible y equipo. En atención a este problema, se buscó un método de degradación que fuera anticontaminante y económico.

La investigación se inició con una prueba de hidrólisis del pelo mediante un tratamiento con ácido fosfórico e hidróxido de potasio. El producto resultante de esta degradación consiste en una solución ácida (pH 4.2) rica en nutrimentos esenciales para las plantas (6.2 % N, 0.77 % Ca, 0.13 % Mg, 931, 22, 116 y 15 mg kg⁻¹ de Fe, Cu, Zn y Mn, respectivamente), en particular de P (3.5 %) y de K (15.9 %). De los elementos esenciales, es conocido que el P y el K favorecen el crecimiento radical, efecto que puede ser particularmente importante en suelos con pH alcalino, donde la disponibilidad de P y de micronutrimentos para los cultivos en general, es muy baja, condiciones restrictivas que se presentan en los suelos calcáreos de la zona de influencia del ingenio azucarero de Atencingo, Veracruz.

En el cultivo de caña de azúcar se realizan aplicaciones de fertilizante en las labores de descarte, que consiste en el paso de un cincel en el fondo del surco con el consecuente rompimiento de una parte del sistema radical. En esta labor, el pelo de cerdo degradado podría utilizarse como un fertilizante "promotor" del crecimiento radical y mejorador de la disponibilidad de micronutrimentos. El propósito del presente trabajo fue evaluar el efecto del pelo hidrolizado de cerdo como complemento de la fertilización química en la nutrición, rendimiento y contenido de sacarosa en caña de azúcar.

Materiales y Métodos

La presente investigación se condujo en parcelas de agricultores en Izúcar de Matamoros, Puebla, México, en plantaciones de soca de cuatro meses de edad cv. Mex-6949. El suelo presentó un pH alcalino (8.1), bajo contenido de P disponible (2 mg kg⁻¹ de P-Olsen) y de micronutrimentos (0.59, 0.62 y 0.2 mg kg⁻¹ de Fe, Cu y Zn, respectivamente). Se ensayaron cuatro tratamientos: un testigo comercial en el que se aplicó únicamente la dosis de fertilización recomendada en la zona (283-80-80) y los tres restantes a los que se les adicionó la misma

¹ Profesor-Investigador del Depto. de Suelos y de Agroecología, respectivamente. Universidad Autónoma Chapingo.

²Jefe de Agronomía, Subdirección de Campo. Consorcio Azucarero Escorpión.

fertilización química que al testigo más las dosis de 10, 20 y 30 L ha⁻¹ de pelo hidrolizado (PHC) aplicado al suelo una vez realizado el descarte. Las parcelas experimentales constaron de 6 surcos de 1.10 m de ancho por 10 m de largo. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones.

En el momento de la aplicación de los tratamientos se hicieron mediciones de altura y conteo de tallos por parcela. Se realizó un muestreo foliar al inicio del experimento (11 de junio de 1998) y dos meses después (21 de agosto de 1998), para lo cual se cortaron 30 hojas (de la lígula al ápice) a las que se les quitó la nervadura central y los extremos de la hoja, dejando tejidos centrales de 18 cm, los que posteriormente fueron sometidos a un proceso de digestión húmeda con una mezcla de ácido sulfúrico salicílico para la extracción de N y con una mezcla de ácido perclórico y ácido nítrico para la extracción de P y micronutrientes, para posteriormente determinar su concentración. A la cosecha se evaluó el rendimiento de caña, altura y diámetro de tallos y la concentración de sacarosa.

Resultados y Discusión

Estado nutrimental del cultivo

Al inicio del experimento (cultivo de cuatro meses de edad en ciclo soca), la concentración de N, P y K en la hoja (1.0 %, 0.084% y 0.64%, respectivamente) mostró que era deficiente, pero con suficiencia en Ca y Mg (0.65% y 0.30 %, respectivamente) con aparente suficiencia en Fe y Mn (80 y 150 mg kg⁻¹, respectivamente), aunque las plantas mostraban sintomatología típica de deficiencias de Fe; las concentraciones de Cu y Zn también eran deficientes (trazas y 7.2 mg kg⁻¹, respectivamente) (Bassereaw, 1987).

Los análisis foliares realizados dos meses después de la aplicación de los tratamientos, mostraron que la adición de PHC no afectó significativamente la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu Zn y Mn, aunque en este último micronutriente, la tendencia fue de incrementarse con la dosis de PHC. La concentración nutrimental promedio de los tratamientos fue de 1.48 % N, 0.11 % P, 0.81 % K, 0.56 % Ca, 0.27 % Mg, 0.014 % Na, 62 mg kg⁻¹ Fe, 299 mg kg⁻¹ Mn, 4 mg kg⁻¹ Cu y 9 mg kg⁻¹ de Zn. Estos valores correspondieron a niveles deficientes de N, P, K, Fe y Zn; suficientes en Mg y Cu, y alto en Ca y Mn, mostrando con esto un posible desbalance nutricional sobre todo entre el Fe y el Mn (Bassereau, 1987).

Rendimiento de caña y concentración de sacarosa

En el Cuadro 1 se presenta la altura y diámetro de tallos, el rendimiento y la concentración de sacarosa a los 13 meses de edad de la planta en ciclo soca.

Las aplicaciones de PHC no afectaron significativamente la altura ni el diámetro de los tallos. En relación al rendimiento, en general, éste fue bajo según el potencial de rendimiento del cultivar en la zona de estudio que es de 100-120 t ha⁻¹ y tampoco se manifestaron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, la tendencia fue de incrementarse con la dosis de PHC alcanzando un máximo de 45.5 t ha⁻¹ con 20 L ha⁻¹ de PHC. lo que significó un incremento de 8.1

t ha⁻¹ respecto del testigo. El bajo rendimiento así como la falta de significancia en los tratamientos pudieron deberse a la escasez de agua que se presentó en la zona durante el período de crecimiento evaluado. Una tendencia similar se observó en la concentración de sacarosa.

Cuadro 1. Rendimiento de caña a los 13 meses de edad de la planta en ciclo soca.

Tratamiento dosis PHC ¹ L	Diámetro de de tallo -----cm-----	Altura de tallo	Rendimient o t ha ⁻¹	Concentración de sacarosa %
Testigo (0)	2.91a	167.3a	37.4a	14.95ab
10	2.92a	151.5a	36.3a	14.49ab
20	2.90a	162.8a	45.5a	15.11 ^a
30	2.89a	160.5a	38.7a	14.18b

¹pelo hidrolizado de cerdo.

²Tratamientos con letras iguales dentro de una columna no son significativamente distintos según la prueba de Duncan, con $\alpha = 0.05$.

Conclusiones

La aplicación de pelo hidrolizado de cerdo no tuvo un efecto significativo en la nutrición, rendimiento y contenido de sacarosa en el cultivo de caña de azúcar, sin embargo, las dos últimas variables evaluadas tendieron a incrementarse con la dosis del hidrolizado, por lo que se recomienda continuar ensayando el producto con dosis más altas y en condiciones de secano menos restrictivas.

Referencias

- Bassereau, D. 1987. Sugar cane. p 513-525. In Martin-Prével P., J. Gagnard and P. Gautier (Eds.). Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops. Lavoisier Publishing Inc N.Y., USA.

GALLINAZA, VERMICOMPOSTA Y COMPOSTA CON BALANCE MINERAL EN PRODUCCIÓN Y SANIDAD DE PAPA

María del Rocío Romero Lima¹, Antonio Trinidad Santos², Roberto García Espinosa³ y Ronald Ferrera-Cerrato²

Introducción

El empleo de abonos orgánicos en la producción de cultivos ha sido predominantemente empírica, sin considerar el aporte nutrimental que éstos proporcionan. En algunos casos su uso se ha asociado a la supresión de enfermedades del suelo (Rodríguez-Kabana, 1990). Dada la gran heterogeneidad en la composición de los abonos y su efecto tanto en el suelo como en los cultivos, se hace necesario antes de su aplicación hacer un análisis de sus características que permitan considerar el aporte nutrimental de ellos y ajustar los requerimientos del cultivo con fertilizantes químicos (Romero, 1997). En México el cultivo de papa está asociado a un elevado uso de insumos químicos dada su alta susceptibilidad a patógenos (Bejarano, 1993), por lo que se requieren métodos alternativos que reduzcan el uso de agroquímicos. Como una estrategia para reducir el uso de insumos químicos y mejorar la producción y sanidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var. Alpha) se realizó una prueba de campo en Juchitepec, Méx.

Materiales y Métodos

Sobre suelo andosol eutrítico, franco, de pH 6.08, se probaron tres abonos orgánicos, cuyas características se presentan en el Cuadro 1. Con cada abono se evaluaron los niveles 2, 4 y 6 t ha⁻¹; se determinó el aporte mineral en cada tratamiento y se complementó a una dosis de 165-200-300 con NH₄NO₃, DAP y KCl. Adicionalmente se probaron un testigo absoluto y uno químico (165-200-300).

El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, con unidades experimentales de cinco surcos de 6 m de largo, 90 cm de separación entre surcos y 30 cm entre plantas. Se evaluó rendimiento total de tubérculos, rendimiento comercial (tubérculos bien formados) y % de tubérculos sanos.

Cuadro 1: Composición química y microbiológica de abonos orgánicos.

Abono	N %	P %	K %	Materia Seca %	Bacteria ufc	Hongos ufc	Actinomicetos ufc
Gallinaza	3.17	1.88	1.89	82	12.2x10 ³	15.1x10 ⁴	39.4x10 ²
Vermicompost	1.14	0.34	1.10	68	26.0x10 ²	13.2x10 ³	90.0x10 ³
Composta	2.10	1.08	1.63	46	29.2x10 ³	9.0x10 ³	44.1x10 ³

ufc= unidades formadoras de colonia por gramo de material seco

¹ Profesora Investigadora. Área de Agronomía. Programa de Agricultura Orgánica. UACH. Email: rociort@taurus1.chapingo.mx.

² Profesor Investigador. Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados.

³ Profesor Investigador. Fitopatología. IFIT. Colegio de Postgraduados.

Resultados y Discusión

La gallinaza aportó mayor cantidad de nutrimentos para ajustar la dosis de fertilización, obteniéndose rendimientos totales superiores a las 43 t ha⁻¹ e incrementando el rendimiento en 1468 kg por tonelada aplicada. La gallinaza aumentó el rendimiento total y comercial de los tubérculos de papa ($p < 0.001$) en mayor proporción que los otros abonos orgánicos, la mejor respuesta se encontró en el nivel de aplicación de 6 t ha⁻¹. La composta presentó menor rendimiento que gallinaza pero mayor que vermicomposta. Con vermicomposta hubo una tendencia a reducir el rendimiento total y comercial conforme se incrementó el nivel de abono aplicado. La sanidad de los tubérculos fue muy alta en todos los tratamientos (99%), no encontrándose diferencias estadísticas en ellos, aunque una ligera mejoría cuando se uso gallinaza, abono donde se encontró mayor cantidad de hongos, entre ellos *Trichoderma*, considerado como agente de control biológico de fitopatógenos del suelo.

Cuadro 2. Rendimiento total y comercial y sanidad de tubérculos de papa.

Tratamiento	Rendimiento total t ha ⁻¹	Rendimiento comercial t ha ⁻¹	Sanidad %
Testigo	24.513	17.586	99.728
2 G	43.062	31.747	99.766
2 V	41.096	27.981	99.734
2 C	39.632	27.199	99.726
4 G	45.920	34.390	99.645
4 V	40.370	27.210	99.628
4 C	40.017	28.102	99.665
6 G	50.242	40.496	99.898
6 V	39.819	27.519	99.714
6 C	43.778	33.757	99.805
Químico	41.405	27.629	99.776

G=gallinaza, V=vermicomposta, C=composta

Conclusiones

Los abonos orgánicos (gallinaza, vermicomposta y composta) ajustados a una dosis de fertilización de 165-200-300 con fertilizantes químicos presentaron diferente respuesta en rendimiento y calidad de papa. Con 6 t ha⁻¹ de gallinaza, se requirió la menor cantidad de complemento mineral, el rendimiento total, comercial fue mayor y la sanidad mejor.

Referencias

- Rodríguez-Kabana, R. 1990. Las técnicas agronómicas en la regulación de las enfermedades de las plantas. Agrícola Vergel. Dic. 976-980.
- Romero Lima M. R. 1997. Abonos orgánicos y químicos en producción, sanidad, absorción nutrimental de papa, y efecto en suelo. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- Bejarano G. F. 1993. El uso de plaguicidas y la política del Estado en México. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.

PRODUCCIÓN DE COMPOSTAS CON ESTIÉRCOL BOVINO

E. Robledo S.¹, L. Corlay-Chee¹, E. Alvarez-Sánchez¹ y N. E. García C².

Introducción

Las actividades pecuarias realizadas en forma intensiva generan grandes cantidades de estiércoles, los cuales pueden emplearse como abonos orgánicos; sin embargo, su contenido nutrimental es de 20 a 100 veces menos que los fertilizantes inorgánicos y tienen que aplicarse grandes volúmenes para satisfacer el requerimiento de los cultivos. Su traslado y manejo se dificulta por el alto contenido de humedad (superior a 80%) que presentan, por lo que son acumulados a cielo abierto, especialmente en época de lluvia.

En la Cuenca Lechera de Tizayuca se generan alrededor de 1500 toneladas de estiércol bovino diariamente (Barraza, 1993) que, al no tener uso inmediato, requieren vastas extensiones de suelo para su deshidratación y almacenamiento, modificándose el uso del mismo, sin considerar su vocación. Estos materiales se descomponen en forma espontánea, generan gases de olor desagradable y líquidos que escurren y se infiltran, contaminando suelo, mantos acuíferos y atmósfera, además de atraer fauna nociva como roedores y moscas. En este trabajo para tratar de mitigar el problema, se elaboraron compostas con estiércol bovino y suelo, adicionados de roca fosfórica y super fosfato triple.

Materiales y Métodos

Se utilizó estiércol bovino de ganado lechero con tres (N=2.10%, P=0.26% y K=0.55%) y seis (N=1.54%, P=0.28% y K=0.54%) meses de almacenamiento en fosos a cielo abierto y suelo de la región, cuyas características se reportan en Robledo *et al.* (1998); roca fosfórica (malla 100) procedente de Baja California y superfosfato de calcio triple (SPT) comercial. Las compostas se prepararon colocando capas alternadas de estiércol y suelo, de aproximadamente 10 y 4 cm, respectivamente; sin y con adición de roca fosfórica (RF) o SPT (a razón de 25 kg t⁻¹ de estiércol), hasta formar pilas de 2 m de longitud, 1.2 m de altura y 1.5 m de anchura. Simultáneamente se instalaron dos controles con ambos estiércoles, recubriéndolos con una capa de suelo. Las pilas se mantuvieron entre 60 y 70% de humedad con riegos periódicos y se airearon mediante volteos semanales, durante tres meses, tiempo en que se estimó que la composta ya estaba suficientemente madura porque presentaba olor agradable a tierra húmeda y con aspecto de suelo. Después de cada volteo, las pilas fueron recubiertas con suelo. Se tomaron muestras del material original, al momento de instalar el experimento, dos y tres meses después. Las muestras se secaron, molieron, tamizaron (malla 10) y almacenaron en bolsas de plástico a temperatura ambiente. Se les determinó el contenido de nitrógeno (Kjeldahl), fósforo (molidbo-vanadato de

¹ Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 carr. México-Texcoco. Chapingo, Texcoco, edo. Méx. C.P. 56230.

² Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ave. Universidad 2000, Copilco-Universidad, México, D.F.

amonio), potasio (espectrometría de flama) y carbono orgánico (Walkley y Black), previa digestión con mezcla diácida (H₂SO₄: HClO₄, 1:4).

Resultados y Discusión

El almacenamiento a cielo abierto del material original redujo su contenido de nitrógeno, por lo que el tiempo de almacenamiento previo a la producción de compostas que se les dé a estos materiales, es importante para evitar pérdidas de nitrógeno y por tanto de su calidad nutrimental. En el Cuadro 1 se aprecia que la relación C:N en los controles fue mayor que en las compostas correspondientes; en general, la relación C:N se redujo con respecto al tiempo, debido al proceso de mineralización, aun cuando los contenidos de P y K mostraron poca variación. La adición de RF aparentemente disminuyó la pérdida de N por volatilización, por lo que en estas compostas se encontró la menor relación C:N.

Cuadro 1. Composición química de compostas preparadas con estiércol bovino de ganado lechero a los dos y tres meses de iniciado el proceso.

Tratamiento	2 Meses					3 Meses				
	C-org %	N %	C/N	P %	K %	C-org %	N %	C/N	P %	K %
Control 3 meses	9.36	0.54	17.3	0.24	0.50	9.71	0.52	16.5	0.24	0.55
Control 6 meses	8.19	0.53	15.2	0.25	0.48	10.26	0.52	17.4	0.26	0.55
E3M + S	6.63	0.59	11.2	0.30	0.48	7.55	0.59	12.9	0.22	0.54
E6M + S	7.41	0.49	15.1	0.38	0.49	6.78	0.56	12.1	0.24	0.56
E3M + S + RF	8.58	0.60	14.3	0.24	0.51	6.23	0.65	9.6	0.26	0.57
E6M + S + RF	7.41	0.63	11.8	0.64	0.48	5.68	0.62	9.2	0.30	0.55
E3M + S + SPT	10.14	0.74	13.7	0.27	0.50	7.09	0.55	12.9	0.28	0.51
E6M + S + SPT	8.58	0.67	12.8	0.35	0.49	6.97	0.59	11.8	0.32	0.49

E3M = Estiércol con 3 meses de almacenamiento

E6M = Estiércol con 6 meses de almacenamiento

S = Suelo

RF = Roca fosfórica

SPT = Superfosfato triple de calcio

Conclusiones

El estiércol que se produce en la cuenca lechera de Tizayuca, Hgo., por sus características físicas y químicas, puede convertirse en un abono orgánico, rico en nutrimentos, de fácil manejo y con menor capacidad contaminante, mediante un composteo sencillo. La composta con mejor relación C:N se obtuvo con estiércol mezclado con RF, después de tres meses de maduración.

Referencias

- Ojeda Barraza R. 1993. Manejo y uso del estiércol bovino producido en la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo. Tesis Profesional. DEIS en Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.
- Robledo S., E., Corlay C., L., Pineda P., J. y Vázquez A., A. 1998. Uso de aguas residuales en el área de influencia de la Cuenca Lechera de Tizayuca. Revista Chapingo Serie Ingeniería Agropecuaria 1(2): 37-40.

CONTENIDO MINERAL DE SUBSTRATOS UTILIZADOS PARA LA PREPARACIÓN DE COMPOSTAS Y VERMICOMPOSTAS

Alvaro Orlando Gutiérrez Baeza¹

Introducción

Los subproductos generados por la actividad agroindustrial, por lo general son fuente de contaminación que dañan el entorno ecológico de los ecosistemas. Gracias a ciertos organismos del suelo estos son transformados en otras sustancias que pueden ser utilizadas como substrato y por las plantas.

García 1998, comenta que las lombrices de tierra, son capaces de transformar los restos orgánicos de animales y vegetales favoreciendo su mineralización, aceleran la formación de compostas y liberación de nutrientes, mejoran el drenaje del suelo, incrementan los microorganismos, evitan encostramientos y ayudan a recuperar suelos erosionados.

Materiales y Métodos

El presente estudio se desarrolló en el Campo Experimental Chetumal del INIFAP, perteneciente al CIR-SURESTE. En el mes de febrero de 1999, fueron introducidas del estado de Veracruz dos especies de lombrices de tierra, para ser utilizadas como pie de cría: *Eisenia foetida andrei* y *Perionyx excavatus*, las cuales se colocaron en contenedores de madera. Se utilizaron cinco diferentes substratos para realizar la composta: estiércol de bovino (40%), estiércol de ovino (17%), palma de coco (6%), aserrín (5%) y cachaza (32%). Se realizaron análisis químicos de micro y macroelementos de los substratos utilizados, en forma individual así como mezclados en composta y vermicomposta, dichos análisis se realizaron en el laboratorio de análisis de suelo-agua-planta del mismo Campo Experimental. Así mismo, se registro la temperatura durante dicho proceso de fermentación de la composta y vermicomposta.

Resultados

En el Cuadro 1, se da un concentrado de la información obtenida, se puede apreciar que en el caso de los substratos individuales, los estiércoles presentaron la mayor cantidad de N-P-K, seguido por la cachaza, palma de coco y por último el aserrín. En lo que concierne a la composta, el nivel de nitrógeno y fósforo descendieron, para posteriormente incrementarse en la vermicomposta. En cuanto a los microelementos no hubo mucha variación entre los diferentes substratos utilizados, siendo la mayor concentración para el Fe.

¹ Investigador titular del Campo Experimental Chetumal
INIFAP, CIR-SURESTE, A.P. 250, Chetumal, Q. Roo
Km 25 carretera Chetumal -Bacalar
E mail: inifapqr@prodigy.net.mx

Referente al carbono orgánico se puede apreciar en el Cuadro 1, que el aserrín y la palma de coco poseen la mayor cantidad de carbono sólido. Ya en composta el valor alcanza un 19.81 % y en la vermicomposta 15.93%. En lo que concierne a la relación C/N, se observa que el aserrín y la palma de coco presenta los valores más elevados, al igual que el carbono sólido, lo que indica una lenta mineralización de dichos substratos. En la composta la relación C/N es de 14:1 y en la vermicomposta es de 10:1, lo que señala una rápida mineralización de los substratos que intervienen en dichos procesos. En lo que concierne a las temperaturas en la composta se obtuvo 47.5°C y en la vermicomposta 24.75°C.

Conclusiones

Durante el proceso de fermentación de la composta, la alta temperaturas que se adquiere, así como los gases generados influyen en la concentración de los minerales. Durante el proceso de vermicomposteo, estos parámetros se encuentran en sus óptimas condiciones favoreciendo la mineralización por parte de las lombrices para que cuando se obtenga el abono orgánico, éste se encuentre en las mejores condiciones nutrimentales para las plantas.

Se puede decir que una alta relación C/N indica una muy lenta mineralización y una menor relación C/N la mineralización es mayor, lo cual se demuestra en la vermicomposta.

Referencias

García, P.R.E. 1989. La lombriz de tierra. Dpto de suelos, área de fertilidad, Universidad Autónoma Chapingo.

Cuadro 1. Composición mineral de micro y macroelementos de los diferentes substratos empleados.

Substratos	% N	%P	%K	%Ca	%Mg	%Na	PPM Cu	PPM Fe	PPM MN	PPM Zn	% C.O.	C/N
Cachaza	0.84	0.57	0.46	0.10	0.79	8.85	0	2.05	0.09	0.05	11.23	13:1
Aserín	0.07	0.02	0.06	0.12	1.39	4.80	0.004	0.02	0.002	0.002	24.71	332:1
Palma de coco	0.62	0.05	0.05	0.14	0.97	5.45	0	0.014	0.002	0.002	24.50	39:1
E. bovino	1.93	0.80	2.99	0.06	0.69	4.66	0.006	0.33	0.02	0.04	12.05	6:1
E. ovino	1.94	1.08	1.03	0.05	0.63	4.78	0.018	0.37	0.02	0.05	15.72	8:1
Composta	1.42	0.59	1.49	0.08	0.79	8.85	0.008	0.302	0.008	0.032	19.81	14:1
Vermicomposta	1.63	1.08	0.64	0.04	0.83	41.51	0.006	0.31	0.002	0.05	15.93	10:1

CALIDAD DE LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA DESARROLLADA EN PULPA DE CAFÉ

Soraida Irissón-Name, Isabelle Barois y Eduardo Aranda-Delgado¹

Introducción

Existe una literatura amplia que menciona la utilización de las lombrices como fuente de proteínas para la alimentación de animales de granja, como aves de corral, cerdos y peces (Stafford y Tacon, 1988), debido al alto contenido de proteína (58-71% del peso seco) y principalmente la presencia de una fracción importante de aminoácidos esenciales (Sabine, 1983). Debido a ello, la búsqueda de nuevas formas de procesamiento y de presentación de las lombrices para su mejor aceptabilidad como alimento está cobrando importancia. La mayoría de los autores (Rodríguez, 1993; Velásquez, *et al* 1986) coinciden, en que la forma más práctica y apropiada es la de transformarlas en harina, que ha demostrado ser un alimento de alto valor nutrimental aprovechable íntegramente en la alimentación animal.

En este trabajo se analizó la calidad química de la harina de las lombrices *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus* (ANNELIDA-OLIGOCHAETA) obtenidas durante el lombricompostaje de la pulpa de café.

Materiales y Métodos

Se utilizaron las lombrices de las tres especies resultantes del lombricompostaje de la pulpa de café. La harina se elaboró según la metodología de Rodríguez (1993). Las determinaciones realizadas fueron las sugeridas por SECOFI en las normas oficiales Mexicanas sobre las propiedades de las harinas para alimentación animal.

Resultados

En la caracterización química se muestra que existen características químicas muy similares entre las especies del género *Eisenia*. En los contenidos de minerales como Ca, Na, Mg, K, P y Mn no existen diferencias altamente significativas. En cambio la harina de la especie *P. excavatus* es más rica en el contenido de estos mismos elementos. Así mismo, esta especie presenta la mayor cantidad de cafeína y polifenoles totales.

En lo que se refiere a las características bromatológicas, la harina de *P. excavatus* tiene el más alto contenido de proteínas, sin embargo las especies *Eisenia fetida* y

¹soraida@ecologia.edu.mx,

²isabelle@ecologia.edu.mx,

³eadtnova@edg.met.mx

*Departamento de Biología de Suelos, Instituto de Ecología, A.C. Km. 2.5 Ant. Carretera a Coatepec, Ver. C. P. 91000. Xalapa, Ver., México.

andrei presentan mayor contenido de fibra cruda, digestibilidad de proteínas y grasa. De esta manera, los valores del análisis químico proximal de las harinas muestran que pueden ser empleadas en la alimentación animal, ya que en cuanto a su contenido proteico rebasan el 50% establecido por la SECOFI; de igual manera ocurre con el contenido de grasa y fibra cruda. Por otro lado el contenido proteico de la harina de lombriz supera a las harinas de soya y carne-hueso en casi un 100%, e incluso a las harinas de carne y pescado, las cuales son usadas comúnmente en las raciones animales. Con respecto a la digestibilidad de su proteína puede considerarse como buena comparada con otros sustitutos proteínicos comerciales utilizados en las dietas; resultando más alta que la de soya, de carne y de pescado (SECOFI, NOM. Y 21).

Conclusión

La harina de las lombrices desarrolladas en la pulpa de café cuentan con las características químicas, bromatológicas y bacteriológicas requeridas para su utilización, sobrepasando las características nutritivas exigidas para considerarlas como alimento animal e incluso humano.

Referencias

- Fisher, C. (1988). The nutritional values of earthworm meal for poultry. *In: Earthworm in waste and environmental management*. Edwards, C. A. y Neuhauser, E. F. (eds). Pp: 181-192.
- Guerrero, R. D. (1983). The culture and use of *Perionyx excavatus* as a protein resource in the Philippines. *In: Earthworm Ecology. From Darwin To Vermiculture*. Satchell J. (Ed). Chapman y Hall. pp: 309-313.
- Sabine, J. R. (1983). Earthworms as a source of food and drugs. *In Earthworm Ecology. From Darwin To Vermiculture*. Satchell J. (Ed). Chapman y Hall. pp: 285-296.
- Stafford, E. A. y Tacon, A. G. J. (1988). The use of earthworms as a food for rainbow trout *Salmo Gairdneri*. *In: Earthworms in waste and environmental management*. Edwards, C. A. and Neuhauser, E. F. (Eds). pp: 193-208.
- SECOFI. Normas Oficiales Mexicanas: NOM-Y-21.

TABLA 1. CALIDAD DE LA HARINA DE LOMBRIZ DESARROLLADAS EN PULPA DE CAFE

ANALISIS	<i>Eisenia</i>		
	<i>fetida</i>	<i>andrei</i>	<i>Penonyx excavatus</i>
pH *	6.627	7.240	6.057
HUMEDAD * (%)	6.131	5.060	11.567
SOLIDOS TOTALES * (%)	93.869	94.940	88.443
MATERIA ORGANICA (%)	97.223	97.046	95.053
CENIZAS (%)	2.770	2.953	4.947
PROTEINA CRUDA (%)	70.995	70.227	76.742
GRASA CRUDA (%)	12.489	14.616	7.820
FIBRA CRUDA (%)	1.640	2.003	1.821
DIGESTABILIDAD DE PROTEINAS (%)	85.775	87.671	85.443
CALCIO (%)	0.225	0.225	0.300
MAGNESIO (%)	0.137	0.167	0.228
SODIO (%)	0.280	0.235	0.445
POTASIO (%)	0.288	0.341	0.987
FOSFORO (%)	0.887	0.675	1.075
NITROGENO (%)	11.359	11.236	12.279
COBRE (%)	Trazas	Trazas	Trazas
FIERRO (%)	0.046	0.029	0.035
MANGANESO (%)	0.001	0.001	0.000
ZINC (%)	0.131	0.210	0.271
PLOMO	ND**	ND**	ND**
CADMIO	ND**	ND**	ND**
ESTRONCIO	ND**	ND**	ND**
CAFEINA (%)	0.013	0.012	0.015
POLIFENOLES TOTALES (%)	0.024	0.014	0.104

* Valores estimados en base húmeda.

**No detectado.

COMPORTAMIENTO DE LA LOMBRIZ ROJA DE CALIFORNIA (*Eisenia fetida*) EN CUATRO FUENTES DE MATERIA ORGANICA

Díaz González Tito ⁽¹⁾, Solís Gordillo Luis Arturo ⁽¹⁾, López Velasco Gabriela ⁽²⁾. ¹

Introducción

La producción de alimentos que caracteriza al estado de Chiapas está sostenida por el maíz y frijol, cuyos rendimientos obtenidos por unidad de producción son bastante irregulares, debido principalmente a la falta de disponibilidad de insumos y a la predominancia de tierras de mala calidad. Por otro lado, se ha logrado identificar que el insumo que mayor inversión económica requiere son los fertilizantes químicos, característica que se encuentra ligada con los dos aspectos señalados anteriormente. La mayor parte de la producción agrícola se encuentra concentrada en agricultores de bajos recursos, muchos de ellos además de esta actividad, disponen de diversos desechos que normalmente no son empleados para la producción de cultivos a excepción del estiércol. El cultivo de lombrices de tierra para la degradación de diversos desechos orgánicos se ha convertido en una actividad importante, sobre todo para aquellos agricultores cuyas condiciones económicas son bastante críticas y que no les permite adquirir los insumos necesarios para la producción de cultivos; que lejos de beneficiarlos ha degradado de manera desmedida sus tierras de labor en un periodo de tiempo relativamente corto. El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal estudiar el comportamiento de *Eisenia fetida* en la desintegración de cuatro fuentes de materia orgánica.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Comitán. El material biológico fue donado por el Centro Universitario de Nor-occidente (CUNOROC) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, C. A. Se utilizaron cajones de madera de 50 x 30 cms y 25 cm de altura con 6 perforaciones en el fondo y tapa de malla. Los sustratos que se evaluaron son: (T1) Estiércol de bovino (80%) + tierra de monte(20%) , (T2) residuos domésticos (50%) + estiércol de bovino (50%), (T3) cartón (50%)+ estiércol de bovino (50%) y (T4) bagazo de caña (50%) + estiércol de bovino (50%) . Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones.. A cada cajón de madera se le incorporaron 3 kg de sustrato y 20 lombrices adultas de 1 g aproximadamente cada una. Las variables estudiadas fueron: número de lombrices adultas, número de lombrices nuevas, número de huevecillos y peso del sustrato.

¹ ¹⁾ Catedráticos e investigadores del Instituto Tecnológico de Comitán, Chiapas, Tel. y Fax: (963) 2-25-17. ⁽²⁾ Asesor Técnico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Tel. (963) 2-50-94.

Resultados y Discusión

Los resultados de las variables medidas en el presente trabajo se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cuadro resumen de las variables estudiadas

Tratamiento	Combinación	No. de lombrices adultas	No. de lombrices jóvenes	No. de huevecillos	Peso del sustrato (g)
T1	Estiércol de bovino + Tierra de monte	19.6	1060.3	260.3	900.0
T2	Residuos domésticos + tierra de monte	32.3	282.6	239.0	372.8
T3	Cartón + estiércol de bovino	19.6	711.6	93.3	341.0
T4	Bagazo de caña + estiércol de bovino	17.0	728.6	112.6	290.2

Con respecto al número de lombrices adultas se observa en el cuadro una clara superioridad del T2 con respecto a los demás, que muestran un número similar de organismos adultos. En el cuadro anterior, se identifica con respecto al número de lombrices nuevas que el mejor tratamiento correspondió al T1. El número tan bajo de organismos que presentó el T2 se debió principalmente al efecto que tienen ciertos residuos domésticos cuando se inicia el proceso de descomposición, ya que producen una gran cantidad de agua con un pH muy extremo que dañan a las lombrices cuando son pequeñas e incluso en la etapa de huevecillo (García, 1996). El T1 con respecto al número de huevecillos presentó un mayor número. Los tratamientos T3 y T4 que corresponden al cartón y bagazo de caña presentaron un menor número de huevecillos con respecto a los demás, esto se debió básicamente a que las lombrices ya habían finalizado la desintegración del estiércol y tenían cierta dificultad para degradar el cartón y el bagazo de caña, lo cual se reflejó en su capacidad reproductiva. Nuevamente se observa una superioridad del estiércol de bovino con respecto al peso total. La marcada disminución del peso en el tratamiento del cartón y del bagazo de caña fue debido a que son materiales ligeros y no contienen agua, con respecto a los residuos domésticos que han perdido toda el agua y son fácilmente desintegrados, sin embargo, el hecho que determinado sustrato presente un mayor peso con respecto a otro no significa que sea el mejor.

Conclusiones

El sustrato en donde se desarrolló mejor la lombriz de tierra fue estiércol de bovino combinado con tierra de monte.

El bagazo de caña y el cartón normalmente no son empleados como alimento para la lombriz de tierra y en el presente trabajo tuvieron resultados satisfactorios.

Referencias

- García, P. R. 1996. La lombricultura y el vermicompost en México. Coloquio sobre agricultura orgánica. Una opción sustentable para el agro mexicano. 29 y 30 de abril de 1996. Chapingo, México.
- Solórzano, G. R. 1992. Fertilización orgánica. Folleto Técnico. Sacatepéquez, Guatemala, C. A.

LOMBRICOMPOSTAJE COMPARATIVO DE LAS ESPECIES *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus* EN PULPA DE CAFÉ

Teófilo Edmundo Salazar Chimal¹, Eduardo Aranda Delgado²,
Isabelle Barois Boullard³ ¹

Introducción

Trabajos efectuados a nivel laboratorio (Arellano, 1997), han demostrado el buen desarrollo y crecimiento de las especies *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* y *Perionyx excavatus*, así como una mezcla de ellas, para la transformación de volúmenes importantes de pulpa de café, bajo condiciones reales de cultivo en campo, reconociendo en cada especie su potencial reproductivo, su generación de biomasa, su capacidad, velocidad y eficiencia de conversión, de la pulpa, su preferencia ambiental y su estrategia de avance dentro del sustrato en las diferentes zonas del depósito, así como la conveniencia o no de establecer cultivos mono o poli-específicos de lombricompostaje. Como referencia, estos tratamientos se comparan con el método convencional de compostaje por aireaciones o voleos, teniéndose como testigo pulpa de café sin intervención alguna.

Materiales y Métodos

El experimento se ubicó en la parte posterior del Jardín Botánico "Francisco Javier Clavijero" del Instituto de Ecología, A. C., que se localiza en el Km 2.5 de la carretera antigua Xalapa-Coatepec, Ver. Consistió en la instalación de un cobertizo de tela de rafia de 6.0X3.5 m, bajo del cual se colocaron 6 cajones de madera de 1.0X1.0X0.4 m, sin fondo y llenando cada uno de ellos con 400 litros de pulpa de café fermentada, proveniente de un botadero a cielo abierto del beneficio húmedo Puerto Rico, Municipio de Emiliano Zapata, Ver. Las lombrices fueron obtenidas de la planta de lombricompostaje establecida en el propio Instituto de Ecología. Las lombrices se pesaron y contaron antes de ser inoculadas en su cajón respectivo. Se establecieron los siguientes tratamientos:

1. 500 g de lombrices *Eisenia andrei* (3684 ejemplares)
2. 500 g de lombrices *Eisenia fetida* (6009 ejemplares)
3. 500 g de lombrices *Perionyx excavatus* (4125 ejemplares)
4. Mezcla de 166.6 g de lombrices de cada una de las tres especies (Que hacían un total de 4576 lombrices de las 3 spp.).
5. Compostaje de la pulpa (por voleos cada 15 días)
6. Testigo (Pulpa almacenada sin ninguna intervención)

¹ Profesor Investigador. Escuela de Ingeniería agrohidráulica B.U.A.P. Teziutlán, Pue.

² Investigador Invitado. Departamento de biología de Suelos. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Ver.

³ Jefe del Departamento de Biología de Suelos. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Ver.

Con el objeto de ubicar los sitios de muestreo y detectar posibles diferencias ambientales y poblaciones dentro de las distintas áreas del sustrato, los bordes del cajón fueron utilizadas como coordenadas "X,Y" (dando lugar a una retícula de 100 cuadros de 10 cm² cada uno), clasificándose las áreas dentro de tres zonas horizontales (bordes esquinas y centro).

A partir de la inoculación de las lombrices se efectuaron muestreos cada 15 días, (7 en total), consistentes en la extracción de 67 perfiles del sustrato, en las tres zonas horizontales, colectadas mediante la penetración vertical de un tubo de PVC de 7.6 cm de diámetro y 50 cm de largo, el perfil se expulsaba con un émbolo y se dividía en 2 estratos almacenados por separado para su procesamiento en el laboratorio.

Del sustrato se registró información de temperatura, pH, volumen del depósito, peso fresco, porcentaje de humedad y densidad aparente; de las lombrices se registró su cantidad por estado de desarrollo (adultos y juveniles) y peso individual. Todo el material colectado después de su análisis se regresó a su lugar del que se extrajo.

Al término de la transformación de la pulpa en abono, se extrajo el contenido total en cada cajón y se efectuó una separación y revisión general de las lombrices y el análisis respectivo del abono producido (Irisson, 1995).

Resultados

Los parámetros fisicoquímicos del sustrato registrados durante los muestreos, tales como la temperatura, pH, humedad y cambios de volumen presentaron en términos generales un comportamiento muy similar entre los tratamientos con lombrices, en cambio se presentaron diferencias reconocibles para los tratamientos volteo y control. Se observó claramente que la presencia de lombrices favorece el proceso de transformación de la pulpa de café en abono orgánico, reduciendo sensiblemente el tiempo (68 días menos) y la mano de obra requerida por la composta, produciendo un abono orgánico de mejor calidad, contenido y presentación. De las especies de lombrices, la que presentó un incremento poblacional más intenso y constante durante todo el experimento fue *E. andrei* (6.2 veces su cantidad inicial) seguida de *E. fetida* (3.9 veces su cantidad inicial) mientras que *P. excavatus* mostró un incremento menor (1.4 veces su cantidad inicial).

El cultivo en el que se mezclaron las 3 especies no ofreció ningún beneficio a las poblaciones de lombrices o al proceso de transformación y por el contrario disminuyó la eficiencia del proceso en su conjunto, reflejo probable del desarrollo poblacional de *P. excavatus*, mientras que el crecimiento de *E. andrei*, muestra que al avanzar el tiempo, el desarrollo de los ejemplares de su incipiente generación daría por resultado un predominio notable de esta especie.

Los parámetros fisicoquímicos registrados durante los muestreos, tales como la temperatura, pH, humedad, densidad aparente y cambios de volumen,

presentaron en términos generales una dinámica muy similar entre los tratamientos con lombrices, en cambio se presentaron diferencias reconocibles para los tratamientos compostaje por volteos y testigo.

Referencias

- Irison Name Soraida. 1995. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Quimicobiológicas. Universidad Veracruzana.
- Arellano Cobos Rosa Patricia. 1997. Tesis de Licenciatura Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.

TECNOLOGÍA PARA EL COMPOSTEO DE LOS DESPERDICIOS ORGÁNICOS DOMÉSTICOS, PRUEBAS ALTERNATIVAS

Anibal Quispe Limaylla¹

Introducción

El composteo con o sin lombrices, en los últimos años ha tenido importantes avances. Numerosos trabajos demostraron la producción eficiente de humus, utilizando lombrices, a partir de diversos tipos de sustratos. Gran parte de estos trabajos han tenido una orientación para su aplicación agronómica a mediana o gran escala(1, 3). Sin embargo, son aun escasos los trabajos de investigación que orienten sus objetivos para manejar y usar los desperdicios orgánicos domésticos, sobre todo a nivel urbano o semiurbano. Reportes estadísticos indican que las familias en las ciudades generan entre 1.5 a 2.0 Kg. de desperdicios y gran parte de ellos son orgánicos, los cuales, sin bien no son recogidos por los carros de basura, son arrojados en lugares públicos, constituyéndose en potenciales focos de contaminación(2, 4). Las familias en espacios reducidos, pueden manejar y aprovechar los desperdicios orgánicos domésticos. Para atender esta necesidad, se probaron tecnologías alternativas. Los primeros resultados indican que la tecnología generada es práctica y eficiente.

Materiales y Métodos

El método empleado fué el empírico con prueba y error. Se diseñaron dos contenedores para facilitar el manejo del composteo. Las variables utilizadas fueron: dimensiones de los contenedores, uso de los contenedores con y sin precomposteo y composteo con y sin lombrices. El material utilizado para el composteo fue todo aquello que una familia genera normalmente: desperdicios de cocina, estiércol de animales, cáscara de frutas, hojas de plantas, entre otros. Para el composteo con lombrices se emplearon 100 gr. de la especie *Eisenia foetida*. El producto del composteo se utilizó para el cultivo de hortalizas en un invernadero rústico, con el fin de conocer la calidad de dicho producto. El experimento duró un año.

Resultados y Discusión

Los resultados indican que los contenedores utilizados fueron medios prácticos para el proceso de composteo, permitiendo introducir los desperdicios orgánicos, hacer el manejo y extraer el producto composteado. No hubo diferencias en los resultados del composteo con respecto a las dimensiones de los contenedores; con el precomposteo, se obtuvieron resultados en menor tiempo que cuando se usaron directamente los contenedores; de la lombricomposta fue de mejor calidad para las plantas que el composteado sin lombrices(5).

¹ Profesor Investigador Adjunto, Especialidad de Estudios del Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados. Km. 35.5 Carretera Mexico-Texcoco, Montecillo, 56230, estado de México. Teléfono: (595) 20288, ext. 1859. Correo electrónico: anibalq@colpos.colpos.mx

Conclusiones

El experimento, considerado preliminar, demostró que la tecnología diseñada para el composteo de desperdicios orgánicos domésticos fue apropiada y eficaz. Dicha tecnología puede constituir un medio eficaz para que familias urbanas, semiurbanas e incluso rurales pueden utilizarla sin mayor dificultad, con la cual se tendría un uso útil de los desperdicios orgánicos domésticos y se contribuiría a disminuir los focos potenciales de contaminación, lo que se traduciría, a su vez, en aportes hacia un desarrollo sustentable(6).

Referencias

- Flores, M. Y Alvira P 1988. La lombriz de tierra (*E. foetida* sav. *L. rubellus* hoff), biología y uso más importante. En Anales de Edafología y Agrobiología. Tomo XLVI: 771 – 784.
- García-Pérez, R. E. 1996. La lombricultura y el vermicompost en México. En: J. F. Ruiz F. (ed.). Agricultura Orgánica: una opción sustentable para el agromexicano. UACH, Chapingo, Mexico.
- Rodriguez, A. 1995. Compostaje con lombrices y cultivos de invernáculos. Escuela Agroecológica, Programa Norte, Caritas Uruguay. Uruguay.
- Santamaría, S. 1996. Aspectos biotecnológicos del proceso vermicomposteo y su aplicación agronómica. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.
- Valdivieso, O. 1997. Humus de lombriz. Centro de Investigación y Desarrollo de Lombricultura. Quito, Ecuador.
- Ikerd, J. 1997. Understanding and managing the multi-dimensions of sustainable agriculture. University of Missouri.

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA LOMBRICULTURA EN MÉXICO

Eduardo Aranda D.¹ e Isabelle Barois B.²

Introducción

Desde los primeros trabajos de investigación en Lombricultura en 1985, en el extinto Instituto Mexicano del Café hasta la fecha, mucha más gente se encuentra involucrada en aspectos de investigación, producción, promoción, comercialización y por otra parte también, más amplio es el conocimiento y sobre todo el interés que el público en general tiene sobre el tema de lombricultura, sus propiedades, aplicaciones y beneficios.

Discusión

Sobre el curso de los últimos 14 años, cafetaleros, cooperativas, empresarios, agroindustriales y pequeños agricultores han empezado a trabajar directamente con el lombricompostaje. En este desarrollo, el papel del Instituto de Ecología A.C. ha sido determinante para estudiar, promover y respaldar su aplicación. Con los estudios y la difusión de las experiencias, la transición y expansión de la Lombricultura ha ocurrido rápidamente en los últimos años acompañado de una notable demanda pública, interés de la agroindustria y entusiasmo de las organizaciones ambientalistas.

Aunque a la fecha no existe una detección o censo completo de los sitios y granjas establecidas, se puede estimar la presencia de al menos 5 grandes granjas de lombrices en el estado de Veracruz, dos o tres más en otros estados, una veintena de tamaño mediano y varios cientos de sitios de pequeña escala; solo las granjas mas grandes trabajan en el orden de miles de metros cuadrados de literas de lombricompostaje, más cantidad se encuentra en el rango medio de cientos de metros, mientras que la gran mayoría funcionan en el rango de solo decenas de metros cuadrados.

La gran mayoría de granjas de lombricompostaje empezaron con relativamente pequeñas cantidades de lombrices (10,000 - 50,000 ejemplares) pero, con la apropiada asistencia y supervisión, han incrementado sus propias cantidades en tasas de hasta 8 veces despues de solo 90 días. A partir de sus propias experiencias, varias de ellas han reproducido similares esquemas de expansión para abrir nuevos sitios, potenciando su difusión y aplicación en nuevas regiones del país.

¹ Terranova Lombricultores, Loma Escondida # 5, Zoncuanitla, Coatepec, Ver.
eadtnova@edg.net.mx

² Instituto de Ecología, A.C., km 2.5 carret. Antigua a Coatepec, Xalapa, Ver.
isabelle@ecologia.edu.mx

El potencial de aplicación de la lombricultura en México es todavía enorme. Con esto en mente, mucho trabajo científico, desarrollo tecnológico, formación profesional, promoción y transferencia, conferencias, visitas a escuelas, entrevistas, videos, demostraciones y otros metodos de divulgación han sido realizados, ya sea con el apoyo de entidades de gobierno, particulares o de agrupaciones interesadas.

Se requiere promover y mantener una estrecha relación y evolución de las lombricultura con las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico del país para conducir y desarrollar estudios relacionados con las lombrices, el proceso, los productos, mejorar tecnologías, métodos científicos, definir estandares de calidad, efecto en plantas, y otros aspectos relacionados con su cultivo y aplicación.

Cursos cada vez mejor apoyados, con información profesional, científica y actualizada deberán ser preparados. Tal información deberá venir soportada por expertos profesionales, científicos y técnicos en contacto directo con la situación real actual, nacional. Solo así podrá emerger lenta pero sólidamente una nueva clase de actividad técnico-profesional en Lombricultura.

La calidad de las lombricompostas dependen mucho de la materia orgánica original de la cual se originan. No puede esperarse producir un abono orgánico con excelente calidad fertilizante a partir de un residuo orgánico de inferior calidad. Si los lombricultores están interesados en atraer y mantener el interés de la agricultura, deberán establecer y mantener estándares rigurosos, con consistencia, apoyo científico y un oído atento y cercano para escuchar los comentarios y opinión de los usuarios de sus productos.

Es claro que existe una urgente necesidad de estándares de calidad de abonos de lombrices, para clasificar y registrar los productos de acuerdo a su origen y por tanto de sus características físicas, químicas y biológicas; granulometría, micro y macroporosidad, retención de agua, contenido de materia orgánica, pH, contenido de agua, conductividad eléctrica, macro y micronutrientes, formas del contenido de nitrógeno y fósforo, relación carbono:nitrógeno, reguladores biológicos, capacidad de campo, tasa de respiración, tamaño de partículas, densidad aparente, contenido de metales pesados, microorganismos y grupos funcionales pueden ser algunas de las variables de las cuales se seleccionen los estándares requeridos, cada uno de ellos con sus metodologías apropiadas.

Estandares sin supervisión no son estandares. Si el abono de lombrices está para ganar la reputación que merecidamente le corresponde, sistemas de monitoreo y control deberán ser considerados; no solo puede ser el papel de una institución de investigación o una unidad del estado, sino la propia participación determinante de una asociación de lombricultores que tome la responsabilidad de decidir que estandares puede alcanzar para asegurar calidad y consistencia.

Esta y muchas más importantes actividades están esperando ser realizadas por una Asociación Nacional: registrar participantes, compartir ética y filosofía de trabajo, intercambiar y compartir redes de información, comparar y modernizar técnicas, métodos, equipo, organizar y preparar censos nacionales, reportes, promover y respaldar la producción y la apertura de mercados, favorecer estudios de investigación, pruebas y relaciones técnicas con los usuarios de sus productos y servicios relacionados.

Aunque se conocen muy eficientes métodos industriales de lombricompostaje, tales como los reactores verticales continuos, son todavía incosteables de implementar en México. Tal vez pudieran resultar interesantes bajo condiciones muy específicas y particulares en donde la disponibilidad de espacio es mínima, los sitios de disposición muy alejados, problemáticos o en donde el valor agregado pueda resultar favorable. Sin embargo, el camino del desarrollo actual nos indica que existen una gran cantidad de alternativas tecnológicas, sencillas y económicamente viables que nos permiten operar con eficiencia y calidad, para alcanzar un desarrollo sostenido de la Lombricultura Nacional.

Conclusiones

Actualmente, la pulpa de café no es ya considerada un subproducto contaminante y su valor como materia prima para la elaboración de fertilizantes orgánicos está empezando a ser reconocida ampliamente. De esta manera, más industrias cafetaleras están interesadas en procesar su propia pulpa de café para producir abono de lombrices para su propio consumo o su venta comercial. Ejemplos similares a éste, pueden y deben ser repetidos con muchos otros residuos orgánicos y sectores productivos del país.

Mucho camino se encuentra todavía por delante y es responsabilidad de todos los interesados, pugnar por su desarrollo firme, sostenido y duradero para que la lombricultura sea conocida, popular y aplicada ampliamente en el campo, la agroindustria, el hogar y las escuelas.

Referencias

- Abdul, R. y Abdul M. 1994. Los gusanos de tierra y el medio ambiente. *Mundo científico* 146(14), 408-415.
- Aranda, D.E. 1988. La utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en Abono Orgánico. *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie* 27: 21-23.
- Aranda, D.E. 1989. Perspectivas de la utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. *Boletín Técnico de Café, IMC, México*. 7,8 p.
- Aranda, D.E., I.Barois, P. Arellano, S. Irissón, T. Salazar, J. Rodríguez and J.C. Patrón, 1999. Vermicomposting in the Tropics. en: Lavelle, P., L.Brussaard and P.Hendrix. (eds.) *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*. CAB International, pp. 241-275.
- Arango, B.I.G. and M.T. Dávila. 1991. Descomposición de la pulpa de café por medio de la lombriz Roja Californiana. Avances técnicos. *CENICAFE*, Chinchiná, Caldas, Colombia. 161,1-4.
- Barois, I. y E. Aranda, (eds). 1995. *Utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico*. Reporte Final, *CONACyT*, México. 104 p.
- Bonvicini-Pagliai A.M. and P.Omodeo (eds). *On Earthworms*. Selected Symposia and Monographs, U.Z.I.. Ed. Mucchi, Modena, Italy.

- Bouché, M.B. 1977. Stratégies lombriciennes. *In*: Lohm, U. and T. Persson (eds). Soil organisms as components of ecosystems. *Ecological Bulletins* (Stockholm) Vol. 25 pp. 122-132.
- Bouché, M.B. 1987. Emergence and development of vermiculture and vermicomposting: from a hobby to an industry, from marketing to a biotechnology, from irrational to credible practices. *en*: Bonvicini-Pagliai A.M. and P. Omodeo (eds). *On Earthworms*. Selected Symposia and Monographs, U.Z.I.. Ed. Mucchi, Modena. 2, 519-532.
- Edwards, C. A. (ed) 1997. ISEE 5, Fifth International Symposium on Earthworm Ecology. *Soil Biology and Biochemistry* 29(3/4), 215-766.
- Edwards, C. A. Ed 1998. *Earthworm Ecology*. St. Lucie Press, USA, 389 p.
- Edwards, C. A. and E. Neuhauser. 1988. *Earthworms in waste and environmental management*. Academic Publishing, The Netherlands. 392 p.
- Edwards, C.A. and P. Bohlen. 1996. *The Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd Edition Chapman and Hall, London. 426 p.
- Lavelle, P., I. Barois, E. Blanchart, G. Brown, L. Brussaard, T. Decaëns, C. Fragoso, J. J. Jimenez, K. ka Kajondo, M. de los A. Martinez, A. Moreno, B. Pashanasi, B. Senapati, C. Villenave. 1998. *Las Lombrices como Recurso en los Agrosistemas Trópicos*. *en*: La Naturaleza y sus Recursos. Vol. 34, 1, Unesco Mundi-Prensa, Barcelona, España. pp. 28-45.
- Satchell, J. E., (ed.) 1983. *Earthworm Ecology, from Darwin to Vermiculture*. The University Press, Chapman and Hall, London. 495 p.

VALIDACIÓN DE CONTENEDORES PARA EL MANEJO DE DESECHOS ORGÁNICOS CON LOMBRICES A NIVEL FAMILIAR

Claudia Martínez Cerdas¹ y Pedro López López²

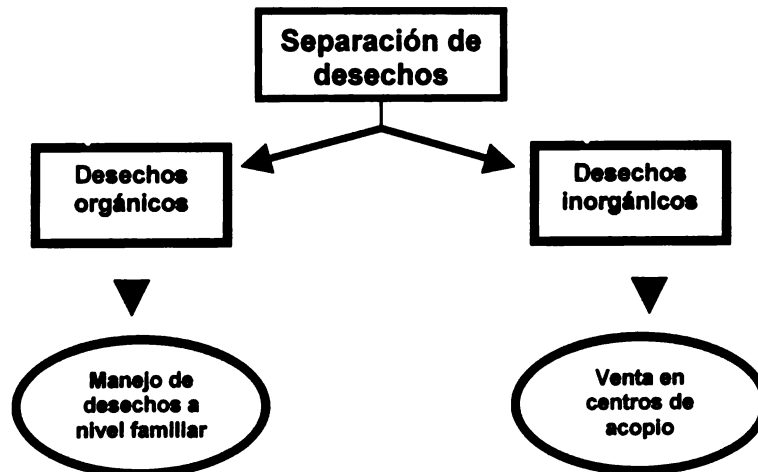
Introducción

El crecimiento poblacional trae como consecuencia un incremento en la producción de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos debido a la necesidad constante que tiene el ser humano de llenar sus necesidades, mismas que normalmente generan desechos durante su proceso. Se estima que por cada kilo de desecho que se genera cada día por habitante el cincuenta por ciento corresponde a desechos orgánicos (Martínez, 1997).

La necesidad de ofertar alternativas de manejo para los desechos orgánicos nos lleva a validar técnicas de bajo costo que busquen reducir los problemas de contaminación existentes tanto en el campo como en la ciudad.

Cuando se habla de un manejo integral de los desechos orgánicos, se involucran varios aspectos, sin embargo hay que recalcar la importancia que representa el aspecto ecológico ante el deseo de resolver los problemas de contaminación generados por la falta de colecta o manejo a estos desechos (Cervantes y Gómez, 1998). El siguiente esquema muestra de manera sencilla como dar inicio a un programa de separación de desechos.

Esquema 1. Separación de los desechos para su respectiva utilización.



Martínez, C. 1999.

¹ Ingeniera Agrónoma. Directora Ejecutiva. Lombricultura Técnica Mexicana. Tel: 01(595)45195-46420. Fax: 01(595)45195. E-mail: lombriz@www.citsatex.com.mx

² Técnico. Lombricultura Técnica Mexicana. Tel: 01(595)45195-46420. Fax: 01(595)45195. E-mail: lombriz@www.citsatex.com.mx

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en La Granja Integral Los Angeles en San Diego-Texcoco, Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología de Lombricultura Técnica Mexicana. La metodología empleada consistió en colocar 20 kilos de desechos orgánicos en diversos contenedores, con la finalidad de medir el tiempo de transformación, la capacidad de retención de humedad y el desarrollo de la lombriz. En esta prueba se evaluaron como contenedores: huacales o rejillas de madera con y sin fondo de costal plástico, contenedores plásticos tinas y cubetas, macetas de barro, costales plásticos y tambo metálico.

A cada contenedor se le hizo una abertura en la parte inferior buscando facilitar el drenaje de los líquidos que se generan durante el proceso, con excepción del costal plástico que tiene su sistema de drenaje incorporado, en el caso del tambo se realizaron 8 agujeros a los lados, se cubrieron por dentro y por fuera con malla plástica y se le diseñó una base de madera que le permitiera girar y no estar en contacto con el suelo. Este contenedor necesita impermeabilizarse, para evitar la corrosión. Siempre es importante considerar la presencia de 2 contenedores uno para precompostear y el otro para el proceso con lombrices. Cada vez que se adiciona lombrices se recomienda colocar una capa de pasto seco para mantener la humedad y evitar los malos olores. Se aplicó agua y movimiento en aquellos contenedores que así lo requirieron. Los desechos utilizados consistieron en una mezcla de desechos de mercado, desechos domésticos y estiércoles producidos en traspatio. El producto final se recomendó utilizarlo en la producción de hortaliza orgánica en contenedores a nivel familiar.

Se evaluó la capacidad de cada contenedor para mantener la humedad, así como el tiempo de transformación del desecho y la reproducción de la lombriz. El estudio se realizó por un tiempo de 4 semanas y se colocaron 250 g de lombriz en cada contenedor, teniendo un tratamiento testigo sin lombrices, se utilizó una mezcla de *Eisenia fetida* y *E. andrei*. La temperatura promedio durante el experimento fue de 23°C, se mantuvo un pH promedio de 7.2 y una humedad de 75 %.

Cuadro 1. Tratamientos, tiempo de conversión, número y peso de lombrices.

Tratamiento	Conversión (tiempo en semanas)	número de lombrices* (inicio)	Peso (g)	
			Inicial	Final
1. huacales o rejillas de madera con costal	5.5	300	250	1,000
2. huacales o rejillas de madera sin costal	5.5	300	250	954
3. tinas plásticas	6.0	300	250	417
4. cubetas plásticas	6.0	300	250	399
5. macetas de barro	6.0	300	250	648
6. costales plásticos	5.0	300	250	1,200
7. tambo metálico	5.0	300	250	823

* lombrices de 12 semanas de edad con un peso promedio de 1.2 g, \pm (3)

Resultados y Discusión

Los contenedores que favorecieron las variables evaluadas, por su fácil manejo y bajo costo fueron los siguientes en el orden que aparecen:

1. Los costales plásticos
2. Las rejillas o huacales
3. El tambo o contenedor metálico.
4. Las macetas de barro
5. Los contenedores plásticos.

Los 4 primeros funcionan en espacios pequeños, siempre y cuando se les dé la atención debida y una ligera pendiente. Incluso pueden establecerse en el techo de la casa. Razón por la cual se recomiendan para ser utilizados en unidades habitacionales o bien en techos de casas individuales.

El menor tiempo de transformación se logró en los costales plásticos, así como el mayor número de lombrices y peso de las mismas.

Conclusiones

Es posible manejar los desechos orgánicos a nivel familiar con el objetivo de reducir los problemas de contaminación que éstos ocasionan y obtener a cambio un abono que le permita a la familia producir sus hortalizas en pequeños contenedores en su propia casa.

Esta tecnología es aplicable tanto en el campo como en la ciudad, debiendo considerarse que en la ciudad y en unidades habitacionales normalmente no se tienen animales domésticos que puedan consumir el excedente de carne de lombriz, ya que no debe olvidarse que la lombriz se reproduce mucho y en corto tiempo la población se multiplica. Por lo tanto se debe tener claro que uso se le va a dar a la lombriz, es esta la principal limitante para la utilización de la lombricultura en unidades habitacionales. En el caso de familias de zonas rurales o semiurbanas es factible su aplicación sin problema alguno, todos los contenedores son fáciles de conseguir y a un costo muy bajo.

Referencias

- Cervantes, R. y J.M. Gómez. 1998. Manejo integral de desechos urbanos. Ficha técnica. Departamento de Acuacultura, SEMARNAP-Veracruz. México.
- Martínez, C. 1997. Uso de la lombricultura para el manejo de desechos orgánicos domésticos. Primer Congreso Estatal de Investigación en Educación, Ciencia y Tecnología. 8 y 9 de julio. UNAM, ENEP, Aragón y Conacyt. Distrito Federal. México.
- Martínez, C. 1999. Potencial de la Lombricultura, elementos básicos para su desarrollo. 2a. edición. Lombricultura Técnica Mexicana. Texcoco, Estado de México. México. 250 p. En prensa.

LA LOMBRICULTURA: PUNTO DE PARTIDA EN LA ACTIVIDAD INTEGRAL DE TRASPATIO

Claudia Martínez Cerdas¹ Pedro López López² Jesús Licona Islas³

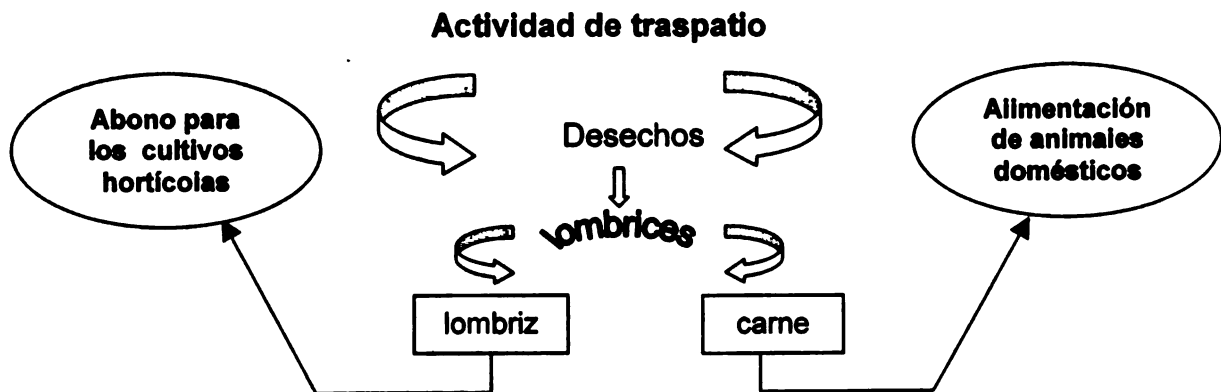
Introducción

Entre las alternativas existentes y sencillas que permiten favorecer el desarrollo en la zona rural o urbana está la lombricultura. En el caso específico de la actividad integral de traspatio la lombricultura es punto clave para alcanzar los objetivos planteados en ésta.

La lombricultura puede manejarse para doble propósito considerando que genera abono y carne a la vez. Esto permite integrar a su lado otras actividades tales como la producción de aves y conejos, así como la producción de hortaliza y plantas aromáticas orgánicas, hongos comestibles como setas y la cría de caracoles entre otros (Martínez, 1997).

Con el siguiente esquema se ejemplifica el modo de trabajar la lombricultura en la actividad integral de traspatio, no importando el tamaño de ésta; puede ser a nivel familiar, pequeña, o mediana escala.

Esquema 1. Integración de la lombricultura en la actividad integral de traspatio.



Martínez, C. 1999^a.

¹ Ingeniera Agrónoma. Directora Ejecutiva. Lombricultura Técnica Mexicana. Tel: 01(595)45195-46420. Fax: 01(595)45195. E-mail: lombriz@www.citsatex.com.mx

² Técnico. Lombricultura Técnica Mexicana. Tel: 01(595)45195-46420. Fax: 01(595)45195. E-mail: lombriz@www.citsatex.com.mx

³ Productor. Granja Jazmín. Huayacocotla, Ver. Proyecto SEMARNAP-Gobierno del Estado de Ver.

Materiales y Métodos

Para validar el presente trabajo se estableció un módulo de lombricultura en la granja integral Jazmín, en Huayacocotla, Veracruz. Esta granja tiene como actividad principal la producción de cerdos, mismos que ocasionan problemas de contaminación debido a la producción de cerdaza ya que el módulo se encontraba muy cercano a la casa-habitación y en la parte superior de una ladera, la cual estaba siendo contaminada por problemas de escorrentía.

Se estableció un área de producción de 6 metros cuadrados en el cual se inocularon 6 kg de lombriz de la especie *Eisenia fetida* y *E. andrei*, estas se adicionaron una vez superada la etapa de precomposteo, el cual permitió manejar en su totalidad la cerdaza generada.

Resultados

El abono obtenido se utiliza en la producción de hortalizas, flores y plantas aromáticas. Con los desechos de las hortalizas se alimentan las carpas y el excedente de lombriz se le dá a las gallinas, las cuales cada tercer día comen ad libitum lombriz fresca durante 30 minutos, directamente en el criadero de lombrices, en igual forma las aves complementan su alimentación con el consumo de larva de mosca que se produce durante el proceso de precomposteo de la cerdaza.

En síntesis los resultados obtenidos son los siguientes:

1. La cerdaza es un material que la lombriz aceptó y transformo bien.
2. Se logró eliminar el problema de contaminación que se presentaba por la cerdaza.
3. La lombriz fue bien aceptada por las aves para su alimentación.
4. Se logró cerrar el ciclo energético en el sistema productivo y disminuyó la compra de insumos.
5. Se producen los alimentos básicos para la familia como carne, huevo y hortaliza, productos que son de beneficio directo para la familia.

Conclusiones

Siempre y cuando se produzcan desechos orgánicos dentro de un sistema productivo, se puede establecer la lombricultura con la finalidad de integrar otras actividades que puedan desarrollarse en la zona. De esta manera en un pequeño módulo se puede establecer un sistema productivo que genere ingresos a la familia rural por la venta de diversos productos y a su vez llenen sus necesidades alimenticias.

Referencias

- Martínez, C. 1997. Potencial de la lombricultura en pequeños sistemas de producción agrícola integral. En: Pequeños Productores, Grandes Negocios. Memoria I Exposición de Productos Comercialmente No Tradicionales. SAGAR. México, D.F.
- Martínez, C. 1999. La Actividad Integral de traspatio. Manual Técnico. Subsecretaría de Desarrollo Rural, Programa Mujeres en el desarrollo Rural, Alianza para el Campo, SAGAR e IICA. México, Distrito Federal. México. En prensa.

COMPORTAMIENTO DE *Eisenia fetida* Sav. EN LA TRANSFORMACIÓN DE SUSTRATOS DE INTERÉS EN VERACRUZ

Claudia Martínez Cerdas¹ y Juan Pérez P.²

Introducción

Una de las especies de lombrices más utilizadas para la aplicación de la lombricultura en el manejo de desechos orgánicos en México, es *Eisenia fetida*, misma que por las características que presenta como son su alta capacidad reproductiva, alta voracidad, fácil manejo y su adaptabilidad a condiciones adversas le han permitido trabajar bajo distintas condiciones y sustratos (Martínez, 1999; U de G, 1997; Ramos, 1996).

Con el objetivo de demostrar que *Eisenia fetida* se reproduce y trabaja en la mayoría de los desechos orgánicos que se generan en el Estado de Veracruz, se estableció este trabajo.

Materiales y Métodos

Este trabajo se estableció en el área de investigación del Ingenio Central Motzorongo, en Motzorongo, Veracruz. Se trabajó a cielo abierto, con temperatura promedio de 28°C y humedad relativa de 90 %.

Bajo un diseño experimental en bloques completamente al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones, se utilizó un total de 2 kilos de sustrato (Cuadro 1) por tratamiento para un total de 25 lombrices en cada uno, todas en etapa de madurez sexual con edad promedio de 11 semanas, las variables evaluadas fueron reproducción, número de cápsulas y tiempo de maduración, tamaño y diámetro de las cápsulas, número de lombrices por cápsulas y ganancia de peso de la lombriz durante el tiempo del experimento. Se realizaron 4 muestreos, uno cada 15 días, como contenedores se emplearon costales plásticos.

Posteriormente se hizo la distribución de los tratamientos y los costales ya identificados se colocaron sobre urias mesas elevadas, a estas mesas se les puso una grasa especial en cada pata para evitar que los insectos pudieran subir hasta donde estaban las lombrices y ocasionar algún daño al experimento.

Para el conteo de cápsulas se sacaron las lombrices y se procedió a separar las cápsulas del sustrato, una vez realizado el conteo se seleccionaron al azar 10 cápsulas de cada tratamiento y se procedió a medirlas.

Finalmente se colocaron en una mezcla de cachaza y bagazo precompostada, donde se midió el tiempo de maduración y el número de lombrices por cápsula.

¹Directora Ejecutiva. Lombricultura Técnica Mexicana. Tels: 01(595)45195-46420, Fax: 01(595)45195. E-mail: lombriz@www.citsatex.com.mx

²Departamento de Campo. Ingenio Central Motzorongo. Motzorongo, Ver.

Cuadro 1. Sustratos evaluados en el experimento.

Sustratos
Pulpa de café fresca (1)
Pulpa de diferentes edades (6 y 12 meses).
Cachaza fresca (c.f)
Compost (c)
Bagazo (bg)
Hoja de caña seca (hj)
Desecho de mercado (d.m)
Estiércol de caballo (e.c)
Estiércol de vaca (e.v)

Cuadro 2. Componentes en las mezclas evaluadas.

Tratamientos	Composición de las mezclas (peso de cada sustrato en kilos)
1	Se utilizó una mezcla de pulpa de diferentes edades (1 semana, 6 meses, 12 meses), se utilizaron 2 kilos de cada edad para un total en la mezcla final de 6 kilos
2	Composta de 3 meses compuesta por un 15% de bagazo y 85 % de cachaza
3	2.0 k (1), 2.0 k (c.f), 0.8 k (b.g), 1.2 k (e.c)
4	2.0 k (c.f), 1.0 k (d.m), 2.0 k (e.c), 2 (p.f)
5	1.0 k (b.g), 1.0 k (d.m), 2.0 k (e.v), 2.0 k (p.f)
6	1.0 k (b.g), 1.0 (d.m), 2.0 (e.c), 2.0 (p.f)
7	1.0 k (h.j), 2.0 k (1), 2.0 k (c.f), 1.0 (e.v)
8	1.0 k (h.j), 2.0 k (p.f), 2.0 k (c.f), 1.0 k (e.c)
9	Estiércol de caballo
10	Estiércol de vaca

Resultados y Discusión

Los resultados se muestran en el Cuadro 3, es importante resaltar que todos los sustratos utilizados fueron transformados por la lombriz, se dio una ganancia de epsó que se refleja al final donde los 30 g de lombriz alcanzaron un peso máximo de 53.5 g. El diámetro promedio obtenido en las cápsulas fue de 3.5 x 2.9 mm. Las cápsulas alcanzaron su madurez a la tercera semana de haber sido liberadas y se obtuvo un promedio de 7 lombrices por cápsula, con excepción del tratamiento con café donde hubo 5 en promedio. El tiempo de transformación de los desechos varió de acuerdo al tipo de desecho, siendo los últimos en procesarse aquellos donde la mezcla incluía hoja de caña y bagazo. Puede decirse que no hay diferencia significativa entre un desecho y otro lo que finalmente muestra que *Eisenia fetida* puede trabajar con todos los desechos evaluados. Finalmente se separaron la lombrices y se pesó la lombricomposta obtenida, existiendo pocas diferencias debido a las mezclas utilizadas, éstas se establecieron de tal forma que se lograra entre un 30 y 40 por ciento de producto final.

Cuadro 3. Ganancia en peso, número y diámetro de cápsulas por lombriz y número de lombrices por cápsula (medias de cuatro repeticiones).

Trata- miento	Peso		No. de cápsulas				Diámetro de cápsulas (mm)	No. de lombrices por cápsula
	Inicial	Final						
1	30	48.9	144.3	182.3	193.2	201	4.5 x 2.7	5
2	30	53.2	139.3	155.7	176.5	193	4.8 x 2.4	6
3	30	49.3	160.3	195	203	227	4.9 x 2.3	7
4	30	51.8	130.3	150	195	213	4.2 x 2.5	7
5	30	53.1	117.3	174	183.2	227	4.7 x 2.3	7
6	30	49.8	137.6	217	225	221	4.2 x 2.2	6
7	30	50.7	116.3	200.7	243	260	4.8 x 2.9	7
8	30	51.9	90.3	184	205	237	4.6 x 2.5	6
9	30	52.4	121.7	196.7	219	239	4.5 x 2.3	7
10	30	53.5	84.3	112.7	150	193	4.7 x 2.9	7

Conclusiones

De este experimento se concluye que siempre y cuando se dé un manejo adecuado a los desechos, la lombriz es capaz de transformarlos, este manejo consiste en un precomposteo básico que busca estabilizar temperatura, pH y humedad antes de adicionar el alimento a la comida. Todos los desechos sin excepción requieren de esta fase, principalmente cuando se trata de volúmenes altos de desechos, es importante mencionar que cuando solo el estiércol de caballo puede aplicarse fresco siempre y cuando se utilicen capas delgadas de sustrato y la lombriz se encuentre con una capa gruesa de material que la contiene.

Por otro lado se establece que esta especie de lombriz cuando su alimentación es constante y los factores antes mencionados estén en su punto óptimo puede llegar a liberar en promedio 1.2 cápsulas cada 5 días, como ocurrió con el estiércol de caballo (Cuadro 3), lo que daría un total de 525.6 cápsulas por año. El mismo experimento muestra que se pueden obtener en promedio 6 lombrices por cápsula, para un gran total de 3153.6 lombrices, aquí no se están considerando aquellas lombrices que alcanzan la madurez sexual y se reproducen a lo largo del año. Lo que finalmente incrementaría el dato anterior unas dos veces más. Es importante remarcar que el experimento se desarrolló al aire libre.

Referencias

- Ramos, J. M. 1996. Evaluación química y económica del abono producido por vía microbiana y vía lombrices de tierra. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Tapachula. Tapachula, Chiapas.
- U de G. 1997. Cartel sobre Lombricultura. Universidad de Guadalajara. III Simposium Internacional y IV Reunión Nacional sobre Agricultura Sustentable. 16-19 de noviembre de 1997. Universidad de Guadalajara. Guadalajara-México.
- Martínez, C. 1999a. Potencial de la Lombricultura, elementos básicos para su desarrollo. 2a. edición. Lombricultura Técnica Mexicana. Texcoco, Estado de México. México. 250 p. En prensa.

INDICE GENERAL

	Pág
Programa General	iii
CONFERENCIAS MAGISTRALES	
EL PAPEL DE LOS ABONOS ORGANICOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS Antonio Trinidad Santos	3
INTERACCIONES SUELO-MICROORGANISMO-PLANTA Y SU MANEJO EN UN CONTEXTO DE SOSTENIBILIDAD Miguel Barea Navarro	17
LAS LOMBRICES COMO RECURSO EN LOS AGROECOSISTEMAS TROPICALES Isabelle Barois Boullard	27
SITUACIÓN ACTUAL DE LA LOMBRICULTURA EN MÉXICO Claudia Martínez Cerdas	29
POTENCIALIDAD DE LAS MICORRIZAS COMO BIOFERTILIZANTES Y BIOPROTECTORES EN ECO- Y AGROSISTEMAS DEGRADADOS Miguel Barea Navarro	39
ANÁLISIS PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN EL PROCESO Y EL PRODUCTO DE LOS MATERIALES ORGÁNICOS DEGRADADOS Jorge Etchevers Barra	47
BIOFERTILIZACIÓN CON ALGAS MARINAS (ALGAS-ENZIMAS) Benito Canales López	55
EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS SUELOS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN Francisco Martínez Rodríguez Y Bernardo J. Calero Martin	63
CAMBIOS EN LAS CARACTERISTICAS DE LAS SUSTANCIAS HUMICAS POR LA ACTIVIDAD DE LAS LOMBRICES DE TIERRA Norma Eugenia García Calderón	67
PERSPECTIVAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS NO TRADICIONALES Leonel Ramírez Farías	75
TRABAJOS LIBRES	
MESA 1	
FERTILIZACIÓN ORGANO-MINERAL EN EL CULTIVO DEL MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) EN EL ESTADO DE MÉXICO José Luis García Ayala, José Luis Valdés Martínez y Heidi Rojo Guadarrama	93
EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VERMICOMPOSTA EN LA FERTILIDAD DE UN SUELO CULTIVADO CON MAÍZ Noé Méndez Avila, Raúl Cuevas González y José Ernesto Sánchez Vázquez	95

ABONOS ORGÁNICOS SOLOS Y COMBINADOS SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAÍZ Ma. del Rocio Romero Lima	98
LOMBRIZ ROJA CALPEÑA: VISCISITUDES DE UNA EXPERIENCIA CON UN RECURSO NATURAL EN EL ESTADO DE PUEBLA David Alejandro Ortiz y Gloria Martínez Victorino	100
EFFECTO DE DESECHOS ORGÁNICOS DEL ESTADO DE TABASCO EN EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE <i>Eisenia foetida</i> Sav. Leonardo Durán Olgún y Esteban Escamilla Prado	102
UTILIZACIÓN DE DESECHOS DE PLÁTANO PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOSTA José Francisco Camacho López y José Ernesto Sánchez Vázquez	104
CRECIMIENTO EN BIOMASA DE <i>Eisenia andrei</i> EN COMBINACIÓN DE PULPA Y ASIENTO DE CAFÉ Daniel Romero Parissi	106
MESA 2	
LOMBRICOMPOSTAJE DE LA PULPA DE CAFÉ EN MÉXICO Eduardo Aranda e Isabelle Barois B.	111
SITUACIÓN ACTUAL DE LA LOMBRICULTURA EN CHIAPAS Raúl Cuevas González, José Ernesto Sánchez V. y Noé Méndez Avila	114
ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA LOMBRIZ DE TIERRA EN EL PROGRAMA DE AGRICULTURA ORGÁNICA DE LA UACH Rafael García Pérez	117
BALANCE Y FLUJO DE NUTRIMENTOS DURANTE EL PROCESO DE LOMBRICOMPOSTAJE DE LA PULPA DE CAFÉ Soraida Irissou-Náme, Isabelle Barois y Eduardo Aranda Delgado	120
ESTUDIO DE ALGUNOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DE CUATRO VERMICOMPOSTAS EN UN PERIODO DE SEIS MESES Alvaro O. Gutiérrez Baeza	123
APLICACIÓN DE VERMIABONO E INOCULACION CON HONGOS MICORRIZICOS (V-A) SOBRE EL DESARROLLO DE PLANTAS DE NOCHE BUENA (<i>Euphorbia pulcherrima</i>) Eduardo López Alcocer, Canales S.R., Loza L.A. y Contreras R. S.	126
MANEJO INTEGRAL DE FLORES EN EL ORIENTE DEL VALLE DE MÉXICO: I. EVALUACIÓN DE PLAGAS Ma. Carmen Sánchez Gálvez, O. Espinoza C., E. Alvarez S., J. D. Etchevers B., A. Sanchez S., L. Corlay Ch. y E. Robledo S.	128
MESA 3	
COMPOSTAJE DE LODOS RESIDUALES GENERADOS EN LA PLANTA MOSCAFRUT PARA SU MANEJO EN INVERNADERO Moisés García Hernández, Juan Martín Martínez Pérez y Vicente López Rueda	135


EFECTO DE LOMBRICOMPOSTA COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE CHILE CRIOLLO MIRADOR (<i>Capsicum annum</i> L.) Silverio Osorio Tomás, Isabelle Barois B., Eduardo Aranda Delgado, Gorge Brown y José Antonio Pérez García	139
EXPERIENCIAS EN AGRICULTURA ORGÁNICA BIOINTENSIVA SUSTENTABLE Moisés Cuevas Vázquez, Andrea Crisóstomo Marafión y Javier Zaragoza Ortega	141
PROYECTO PRODUCTIVO "LOMBRICOMPOSTAJE CON PULPA DE CAFÉ" EN HUEYTAMALCO, PUE. Teófilo E. Salazar Chimal	143
CALIDAD QUIMICA, BIOQUIMICA Y BACTERIOLOGICA DE LA VERMICOMPOSTA DE PULPA DE CAFÉ Soraida Irissón-Náme, Isabelle Barois y Eduardo Aranda Delgado	145
LOMBRICULTURA Y PRODUCCIÓN DE AVES DE TRASPATIO EN LA REGIÓN CENTRAL DE PUEBLA, MÉXICO Rodrigo Palma Guarneros y Samuel Vargas López	148
CARTELES	
INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE EL USO DE LOMBRICOMPOSTAS EN EL ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Verónica Nava Rodríguez	153
EFECTO DE <i>Arachis pintoi</i> EN EL RENDIMIENTO DE JITOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill) R. Anabey Mayorga Chávez, Langen Corlay Chee, Victor M. Ordaz Chaparro y Juventino Cuevas Ojeda	155
ADECUACION Y VALIDACION DEL ABONO ORGÁNICO FERMENTADO "BOCASHI" PARA EL ALTIPLANO DE MÉXICO Jesús Valero Garza	157
CRECIMIENTO Y ALIMENTACIÓN DE INSECTOS CON LOMBRICOMPOSTA DE PULPA DE CAFÉ (LC) Y SU TRANSFORMACIÓN QUÍMICA Ariadna Martínez-Virués, Isabelle Barois, Eduardo Aranda-Delgado, Soraida Irissón-Name y Roberto Arce-Pérez	159
EFECTO DEL PELO HIDROLIZADO DE CERDO COMO COMPLEMENTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CAÑA DE AZÚCAR Edna Alvarez Sánchez, Norberto Sánchez González y Rubén Zepeda Piña	162
GALLINAZA, VERMICOMPOSTA Y COMPOSTA CON BALANCE MINERAL EN PRODUCCIÓN Y SANIDAD DE PAPA Ma. Rocío Romero Lima, Antonio Trinidad Santos, Roberto García Espinosa y Ronald Ferrera-Cerrato	165
PRODUCCIÓN DE COMPOSTAS CON ESTIÉRCOL BOVINO Edmundo Robledo Santoyo, Langen Corlay Chee, Edna Alvarez Sánchez y Norma E. García Calderón	167

CONTENIDO MINERAL DE SUBSTRATOS UTILIZADOS PARA LA PREPARACIÓN DE COMPOSTAS Y VERMICOMPOSTAS Alvaro O. Gutiérrez Baeza	169
CALIDAD DE LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA DESARROLLADA EN PULPA DE CAFÉ Soraida Irisson-Náme, Isabelle Barois y Eduardo Aranda Delgado	172
COMPORTAMIENTO DE LA LOMBRIZ ROJA DE CALIFORNIA (<i>Eisenia fetida</i>) EN CUATRO FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA Tito Díaz González, Luis Arturo Solís Gordillo y Gabriela López Velazco	175
LOMBRICOMPOSTAJE COMPARATIVO DE LAS ESPECIES <i>Eisenia andrei</i> , <i>Eisenia fetida</i> Y <i>Perionyx excavatus</i> EN PULPA DE CAFÉ Teófilo Salazar Chimal, Eduardo Aranda Delgado e Isabelle Barois Boullard	177
TECNOLOGIA PARA EL COMPOSTEO DE LOS DESPERDICIOS ORGANICOS DOMESTICOS, PRUEBAS ALTERNATIVAS. Anibal Quispe Limaylla	180
LOMBRICOMPOSTAJE DE LA PULPA DE CAFÉ EN MEXICO Eduardo Aranda D. e Isabelle Barois B.	182
VALIDACION DE CONTENEDORES PARA EL MANEJO DE DESECHOS ORGANICOS CON LOMBRICES A NIVEL FAMILIAR. Claudia Martínez Cerdas y Pedro López López	186
LA LOMBRICULTURA: PUNTO DE PARTIDA EN LA ACTIVIDAD INTEGRAL DE TRASPATIO. Claudia Martínez Cerdas, Jesús Licon Islas y Pedro López López	189
COMPORTAMIENTO DE <i>Eisenia andrei</i> EN LA TRANSFORMACIÓN DE SUSTRATOS DE INTERÉS EN VERACRUZ Claudia Martínez Cerdas y Juan Pérez P.	191



LOMBRICULTURA
TÉCNICA MEXICANA



 **Lombricultura**
Mexicana, s.a. de c.v.

Universidad Autónoma Chapingo
Colegio de Postgraduados