



El ESTIÉRCOL: material de desecho, de provecho y algo más...

Lucrecia Arellano Magdalena Cruz Rosales Carmen Huerta



Dr. Guillermo Ángeles Secretario Académico

Primera edición 2014

D.R. © 2014 Instituto de Ecología, A.C. Carretera Antigua a Coatepec, No. 351 Colonia El Haya, C.P. 91070 Xalapa, Veracruz, México

ISBN 978-607-7579-42-7

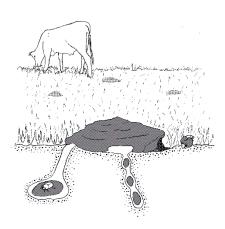
Impreso en México

Título: El estiércol, material de desecho, de provecho y algo más. Autoras: Lucrecia Arellano, Magdalena Cruz Rosales, y Carmen Huerta

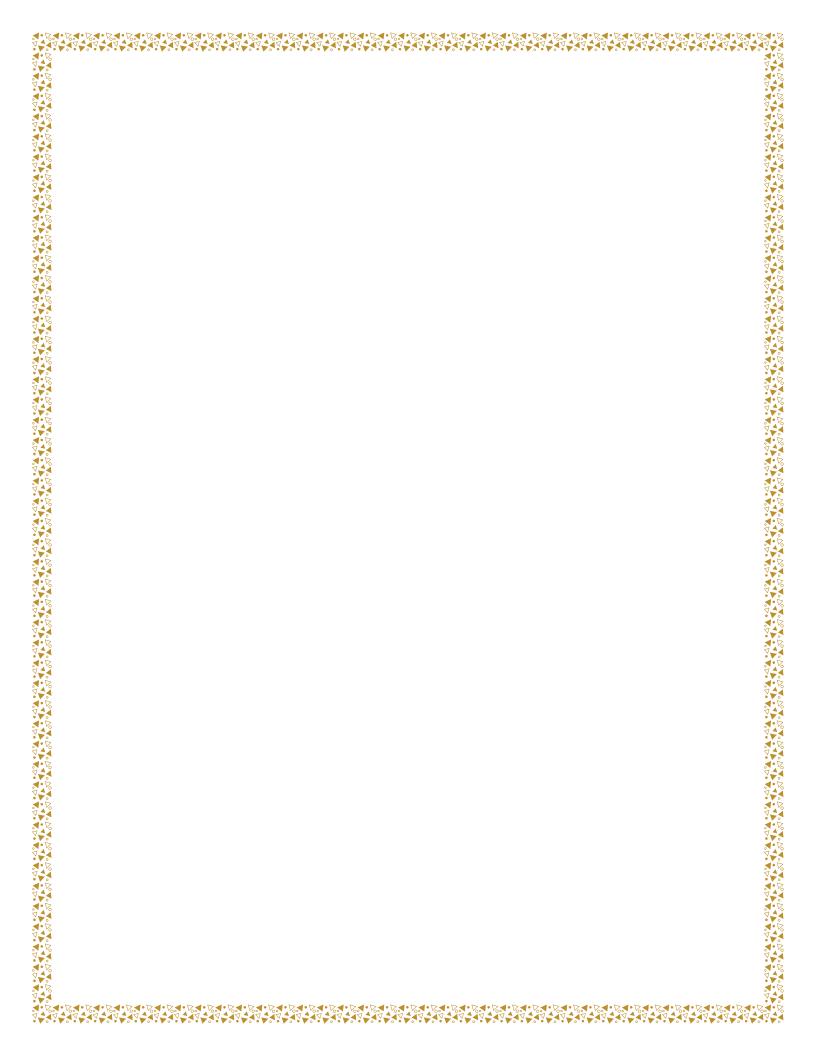
Diseño de la portada Salvador López Sánchez y diseño de ilustraciones interiores Magdalena Cruz.

Forma sugerida para citar este libro: Arellano, L., Cruz Rosales M. y Huerta C. 2014. El *Estiércol, material de desecho, de provecho y algo más.* Instituto de Ecología, A.C. México, 40 pp.

D.R. © *El ESTIÉRCOL, material de desecho, de provecho y algo más*, es una publicación editada por el Instituto de Ecología, A.C. México. El contenido es responsabilidad de las autoras. Se autoriza la reproducción parcial del contenido siempre y cuando se cite la fuente.



Este trabajo está dedicado en primer lugar a los escarabajos estercoleros que nos enseñaron a valorar la utilidad de su presencia y función en el reciclaje del estiércol y en segundo lugar, a las personas que han contribuido a su conocimiento y posterior apoyo para difundirlo entre la comunidad ganadera.



CONTENIDO	pg.				
Introducción	5				
I. ¿DE QUÉ ESTÁ CONSTITUIDO EL ESTIÉRCOL?	6				
II. ¿Cómo manejar el estiércol para su aprovechamiento?	7				
A) Sistemas de manejo y degradación del estiércol y otras materias orgánicas	8				
1) Pastoreo	8				
2) Corrales fijos o móviles	9				
3) Almacenamiento de heces líquidas.	10				
4) Almacenamiento en lotes secos.	10				
5) Lagunas de fermentación.	10				
6) Abono orgánico	11				
a) Composteo	11				
b) Bocashi	13				
c) Lombricomposta	15				
B) Almacenamiento de estiércol	17				
III. El estiércol como recurso en los sistemas ganaderos	19				
A) Acumulación y problemática del manejo del estiércol	23				
B) ¿Cuánto estiércol remueve un escarabajo?	26				
a) ¿Cómo saber cuánto estiércol remueven los escarabajos?	27				
IV. Usos del estiércol	30				
A) Como material de construcción	30				
B) Como material combustible	32				
C) Como fuente de alimento	35				
Concluyendo	35				
LITERATURA CONSULTADA	37				
Agradecimientos					

INTRODUCCIÓN

Cada día producimos "desechos" orgánicos que generalmente consideramos inútiles y desagradables. Entre ellos se encuentran los restos de frutas, verduras y sobras de las cosechas y podas del jardín, etc., que muchas veces se abandonan o se queman, contaminando el ambiente y desaprovechando el valor potencial que aún tienen. Otro de estos desechos es el ESTIÉRCOL producido por el ganado, que sin embargo, aún contiene mucho material de provecho (Fig. 1). En este manual encontrará información general sobre las características, usos, beneficios y desventajas del estiércol, sobre todo cuando falta la fauna que lo recicla. Es nuestra obligación contribuir de alguna manera a reducir la gran contaminación generada por nuestros desechos, a la vez que podemos obtener un beneficio al reciclarlos adecuadamente.

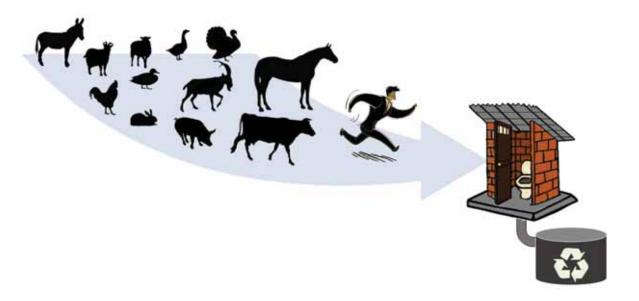


Figura 1. Todos los animales producen excretas, estiércol o heces, pero ¿es posible reciclar este material?

I. ¿DE QUÉ ESTÁ CONSTITUIDO EL ESTIÉRCOL?

Todos los organismos animales además de consumir alimento para mantenernos vivos, debemos desechar materiales que ya no son útiles para el organismo, ya sea en forma de líquidos o sólidos. A los desechos sólidos se les conoce como excretas, excremento, estiércol, o heces (Fig. 2). Sin embargo, aunque se considere un desecho, este material contiene diversos elementos muy útiles, como son el agua, los carbohidratos, proteínas, grasas y algunas sustancias inorgánicas o minerales, además de fragmentos celulares y microrganismos. Estos elementos se encuentran en una proporción muy variable que depende principalmente de la especie, la edad y el tipo de alimentación. Aunque también existen factores externos que pueden alterar esta composición, ya sea por el tipo de manejo y almacenaje que se le dé al estiércol, o bien por la velocidad con la que se realiza el proceso de descomposición.



Figura 2. ¿Qué es el estiércol?

Se conoce como estiércol al excremento proveniente del ganado vacuno y caballar, pero el resto de los animales, incluidos los humanos, también producimos excremento. La diferencia en cada caso es debido a la proporción de los elementos que lo constituyen, como ejemplo observe el Cuadro 1. En particular el ganado vacuno que es el más popular, se alimenta principalmente de pasturas o forrajes, típico de los animales llamados

herbívoros o sea comedores de hierbas, por lo que la composición de sus excrementos básicamente es de fibras y agua.

Cuadro 1. Comparación del contenido de materia orgánica y algunos micronutrientes contenidos en el estiércol fresco de diferentes animales domésticos y el humano, según porcentaje de la materia seca.

NUTRIENTE	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Humanos	Gallinas
Materia orgánica	48.90	45.30	52.80	63.90	88 - 97	54.10
Nitrógeno total	1.27	1.36	1.55	1.94	5 - 7	2.38
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅)	0.81	1.98	2.92	1.82	3 – 5.4	3.86
Potasio (K ₂ O)	0.84	0.66	0.74	0.95	1 – 2.5	1.39
Calcio (CaO)	2.03	2.72	3.20	2.36	4 - 5	3.63
Magnesio (MgO)	O.51	0.65	0.57	0.45	2 - 3	0.77

Fuente: Aso y Bustos, 1991, www.bosquedeniebla.com.mx

II ¿CÓMO MANEJAR EL ESTIÉRCOL PARA SU APROVECHAMIENTO?

Uno de los principales objetivos de un adecuado manejo del estiércol es la de aportar nutrientes a las plantas e incrementar la cantidad de materia orgánica en el suelo. Pero para lograr esto, el ganadero o agricultor debe decidir qué hacer para manejar adecuadamente el estiércol y otros desechos orgánicos, de manera que tenga una producción agropecuaria rentable con pérdidas mínimas de nutrientes. Esta acción les puede ahorrar gastos utilizados para la compra de fertilizantes químicos comerciales. Además, esto también ayuda a reducir la emisión de gases y la pérdida de nutrientes contenidos en la materia orgánica, que de paso evitan los malos olores y los efectos indeseables que todo esto tiene sobre el medio ambiente (Fig. 3).

A) Sistemas de manejo y degradación del estiércol y otras materias orgánicas

Existen diferentes sistemas de manejo del ganado que pueden o no incluir el manejo de su estiércol. En el primer caso, primero se acumula el estiércol, para después degradarlo con diferentes técnicas, a fin de obtener un producto rico en nutrientes que puede servir como abono orgánico.



Figura 3. ¿Qué hacer con el estiércol?

1) Pastoreo. Es la manera más sencilla y barata, pues el ganado va dejando a su paso el excremento en los potreros, sin que reciban ningún tratamiento o manejo. En realidad el proceso de degradación del estiércol se deja totalmente al medio ambiente y a los organismos que lo consumen o lo aprovechan para su reproducción. Si están presentes y en abundancia estos organismos degradan relativamente rápido el estiércol, es decir en varios días, pero si no los hay, entonces la degradación puede tardar de semanas o incluso meses (Fig. 4). Cuando el estiércol se queda en los pastizales en grandes cantidades y mucho tiempo, puede provocar problemas sanitarios (presencia de moscas, mal olor, etc.) y menores rendimientos en el proceso productivo (por ejemplo pérdida de área de forrajeo).



Figura 4. En el campo la degradación del estiércol depende de la actividad de los organismos que lo consumen. Fotos. M. Cruz.

2). Corrales fijos o móviles. En este caso el ganado está confinado a un lugar cerrado y sus excrementos se acumulan dentro de esta zona. Esto puede servir para ir abonando terrenos pobres que puedan posteriormente ser cultivados, por lo que este sistema puede ser móvil al cambiar de sitio las cercas (Fig. 5).

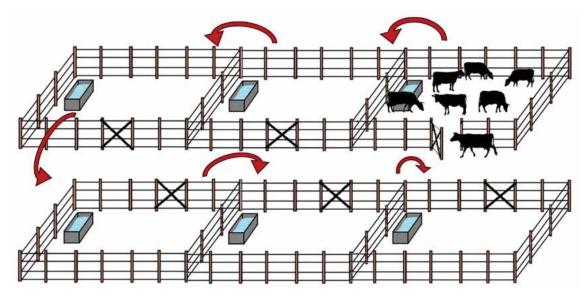


Figura 5. Sistema de manejo del ganado mediante pastoreo controlado o en corrales. El ganado va cambiando de corral para ayudar a recuperar el pasto en cada uno.

3) Almacenamiento de heces líquidas. En el sistema intensivo del ganado, el hato está constituido por muchas cabezas que están confinadas en una zona cerrada para facilitar su manejo. En este caso las heces y la orina se recolectan y almacenan juntas en tanques o contenedores especiales, que deben estar bien cerrados para evitar la pérdida por volatilización (Fig. 6).

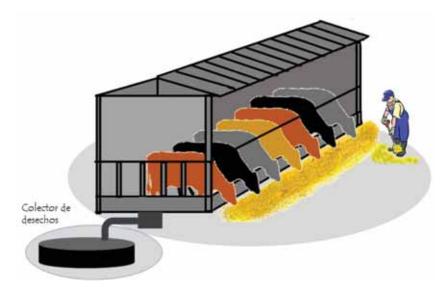


Figura 6. En los sistemas intensivos se puede tener un sistema para colectar el estiércol y la orina del ganado, para su posterior procesamiento.

- 4) Almacenamiento en lotes secos. Otra manera de recolectar el estiércol y la orina del ganado confinado, es usando la paja o heno como vehículo de absorción. Aunque este sistema es poco usado, porque presenta muchas pérdidas del nitrógeno y potasio contenido en la orina, así como de otros elementos presentes en las heces que se escurren o lavan cuando están expuestas a la intemperie o a la Iluvia intensa.
- 5) Lagunas de fermentación. Una vez colectado el estiércol puede ser procesado ya sea como un todo, o en sus fases, líquida o sólida. En el caso de la fase líquida puede ser tratada mediante un sistema llamado "lagunas anaeróbias". En este sistema se trata de degradar el material orgánico en sus elementos minerales, utilizando las bacterias y microrganismos que no dependen del aire para su funcionamiento. Una vez procesada esta fase líquida puede ser descargada a las aguas superficiales o directamente en el campo

para su riego. En este caso es importante considerar que este material no debe llevar substancias tóxicas que causen daños a la fauna del suelo, como son los agroquímicos o medicamentos veterinarios.

- **6) Abono orgánico**. Una vez que el estiércol es almacenado y procesado, se puede obtener un producto final rico en nutrientes que sirve como abono orgánico para el suelo, para lo cual se siguen diversas técnicas.
- a) Composteo. El proceso de compostaje o composta se refiere al mecanismo para degradar la materia orgánica por medio del uso de microrganismos que dependen del aire para su funcionamiento (aeróbicas).

Para este proceso se escoge un terreno al aire libre para asegurar que la composta se mantenga caliente de forma natural. Después se seleccionan, se recolectan y se machacan los materiales de desecho a ocupar, que se ponen en capas según la cantidad de material disponible y la cantidad de abono que se quiera obtener (Fig. 7).



Figura 7. Preparación de la composta en campo. Fotografías José Nahed y Bernardo Sánchez Muñoz.

Para elaborar la composta se usan materiales locales como estiércol, residuos agrícolas, desechos de jardinería y cocina, ceniza, hojarasca o tierra de monte; que se

transformarán en humus gracias a la acción de los microorganismos que viven en ellos (bacterias, hongos y levaduras) (Fig. 8).



Figura 8. Ingredientes para preparación de la composta.

Una vez que se tiene todo el material para degradar se mezcla con una pala, y al mismo tiempo se le va agregando agua hasta que todo esté bien humedecido. Para comprobar si la cantidad de agua es adecuada se hace la prueba del puño, que consiste en tomar con la mano una porción de la mezcla y apretarla. Si resbalan unas gotas por los nudillos de la mano quiere decir que la humedad es suficiente, en cambio si el agua escurre en forma de chorro o hilo, quiere decir que hay demasiada agua y se debe añadir un poco más de cada material al resto de la mezcla.

Los materiales ya mezclados y humedecidos se amontonan para formar una pila de 1.20 a 1.50 m por 2 a 3 m de largo. Finamente, el montículo se cubre con plástico negro y la composta se debe revisar y voltear cada semana, así la descomposición será homogénea y se favorecerá su aireación. La composta estará lista en unos 2 o 3 meses, cuando parezca tierra negra porosa y tenga un olor agradable, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar.

Para la elaboración de la composta no se necesita gastar mucho dinero, ni comprar materiales especiales o pagar por la mano de obra (Fig. 9). Se aporta al suelo un producto rico en materia orgánica que regula su acidez, mejora su porosidad y su capacidad de mantener la humedad. También ayuda a mejorar la actividad microbiológica del suelo generando un mejor control de plagas y enfermedades.



Figura 9. Preparación de una composta con diversos materiales de desecho.

Las compostas funcionan con mayor lentitud que los fertilizantes químicos pues su aplicación es de poco a poco, pero su efecto es más perdurable. Además pueden aplicarse más seguido sin perjudicar a los organismos del suelo y el ambiente. Como recomendación, es necesario cuidar cuando hay cambios bruscos del clima, así como ventilar bien para evitar la acumulación del bióxido de carbono que podría matar o por lo menos, reducir la acción de los microorganismos que participan en la fermentación y descomposición de los materiales.

b) Bocashi. Este es otro proceso para degradar material orgánico, conocido con el nombre de Bocashi, que significa "abono orgánico fermentado" en japonés, y es un poco más elaborado que el de la composta. Para su elaboración se necesita un lugar plano, de preferencia cementado y protegido de la Iluvia. El procedimiento para hacerlo es el siguiente: poner 1 litro de melaza en 10 litros de agua y mezclar bien, agregar esa mezcla

a los materiales secos de la lista (ver Fig. 10), revolver con una pala. Los hongos podemos encontrarlos bajo árboles de mango, bambú o en el bosque. En caso de no conseguirlos se puede usar levadura en la mezcla de agua y melaza. Hacer la prueba del puño para comprobar si tiene suficiente agua. Tapar los materiales con sacos vacíos. Voltear los materiales dos veces al día por cinco días aproximadamente, después se voltea sólo una vez. El primer día hacer un montón de hasta 50 cm de altura, el segundo día de 30 cm, el tercer día de 20 cm, el cuarto día de 10 cm aprox. Después de 7to día, quitar los sacos y secarlo bien.



Figura 10. Ingredientes para preparación de Bocashi.

Durante el proceso fermentativo, la pila alcanza una temperatura máxima de 55°C, que permite la muerte de microorganismos patógenos, destrucción de semillas de malas hierbas, huevos de insectos y parásitos del ganado, y sobre todo la reducción del contenido de humedad. Después de 15 a 20 días se tiene como producto el abono orgánico tipo Bocashi, el cual está listo para ser utilizado. Para esto se recomienda aplicarlo al momento de la preparación del terreno, a razón de dos o tres puñados por planta y esperar una semana para realizar la siembra. Para cultivos ya establecidos se recomienda aplicar uno o dos puñados en dirección de la copa de la planta. Es posible almacenar este abono en sacos y en un lugar fresco, oscuro y seco hasta por tres meses.

Entre las ventajas que tiene el uso del Bocashi es que favorece el establecimiento y la reproducción de microorganismos benéficos del suelo, no produce olores ni gases tóxicos, su periodo de elaboración es relativamente corto, limita la acción de agentes patógenos causantes de enfermedades en las plantas, y se puede utilizar muy rápido después de su preparación. Este abono libera hormonas y enzimas de crecimiento para mayor vigorosidad radicular de las plantas. Finalmente, su uso permite eliminar el lavado de los corrales ahorrando altos volúmenes de agua y mano de obra.

Sin embargo, presenta algunas desventajas, ya que al elaborar el Bocashi se requieren más cuidados que al preparar la composta. Requiere evitar su exposición prolongada al sol o lluvia, por lo que no debe cubrirse con plástico, sino mantenerse bajo techo, o con algún material que permita la ventilación, haciendo las remociones necesarias, lo que exige mucho cuidado durante su elaboración, manejo y almacenamiento. Por último, es necesario evitar que los terneros consuman este material pues les puede causar enfermedades.

c) Lombricomposta. En este caso para transformar desechos orgánicos en fertilizante o abono, se utiliza la lombriz de tierra llamada "Coqueta o roja californiana" o "lombriz roja" (*Eisenia foetida*), por ser la que mejor se reproduce y se maneja fácilmente en cautiverio (Fig. 11). Esta lombriz se alimenta de desechos orgánicos picados finamente (estiércol, hojas, ramas, cáscaras o bagazos de fruta o verdura, pulpa de café, además de papel, cartón picado, aserrín, etc.). En su etapa adulta, la lombriz come en promedio un gramo de materia orgánica por día y elimina en su excremento algo más de la mitad de ese gramo, convertido en abono. Al abono obtenido se le conoce como lombricomposta.

Para producir lombricomposta o vermicomposta, se ponen las lombrices en cajones de madera o de concreto o en tinas para evitar que se vayan cuando no tengan comida (Fig. 11). También es necesario mantener estas tinas o cajas bajo la sombra, porque

la luz del sol las puede matar. El contenido de agua debe ser de 70 a 80%, que se puede determinar con la prueba del puño.

Se debe evitar que la lombriz sea comida por sus enemigos naturales, como pájaros, sapos, ratones y lagartijas. Como una alternativa contra las hormigas se puede colocar contenedores con agua en las patas de las cajas, así se evita que suban y ataquen a las lombrices. Después de un periodo de seis meses a un año se puede obtener el humus o abono, lo único necesario es separar con un tamiz o coladera el abono y las lombrices que servirán para iniciar otra caja de lombricomposta (Fig. 11).

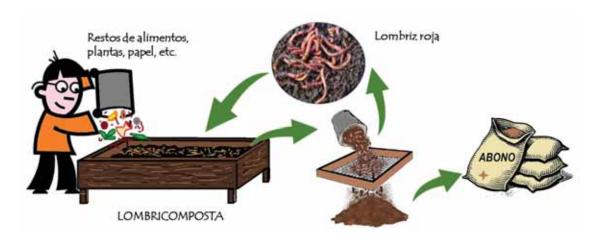


Figura 11. Secuencia para la elaboración de abono orgánico mediante la lombricomposta.

La lombricomposta ayuda a mejorar la consistencia del suelo, evita su compactación, aumenta su capacidad de retención de agua y promueve la actividad microbiana del suelo. Durante su elaboración no genera malos olores, ni atrae insectos dañinos, además el abono obtenido es más rico en nutrimentos y requiere menos tiempo que por medio de la composta tradicional.

La lombricultura es una buena alternativa para la utilización y el manejo de desechos que se vuelven contaminantes, como los estiércoles, pulpa de café, basura de las ciudades, desperdicios de los restaurantes y de las casas habitación. Aunque si requiere mucha atención en el manejo de las lombrices, debido a que son muy susceptibles a los

cambios bruscos de temperatura, al pH, así como a la falta de alimento, lo que puede ocasionar que mueran.

B) Almacenamiento de estiércol

Algunos consejos antes de almacenar el estiércol:

- 1) Considerar que la producción anual de estiércol por vaca lechera es de aproximadamente 20 metros cúbicos (aproximadamente 2.7 x 2.7 x 2.7 m). Esto implica que se debe evitar la agrupación de todos los animales en un solo sitio, así como mantener los bebederos y los saladeros distribuidos en lugares estratégicos en los potreros.
- 2) Evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por compuestos nitrogenados (como la urea). Por ejemplo, en las unidades ganaderas orgánicas se toma en cuenta la capacidad de almacenar apropiadamente los desechos de los animales (Fig. 12).
- 3) Los espacios de almacenamiento del estiércol y la orina deben estar retirados del sitio donde se manejan los animales, para evitar que les lleguen los males olores y los insectos que pueden ser molestos o causarles infecciones o enfermedades.
- 4) Los alojamientos de los animales, los equipos, utensilios y demás materiales de uso diario deberán limpiarse y desinfectarse con jabón de potasa y sosa, agua y vapor, lechada de cal, agua oxigenada, o esencias naturales de plantas, etc.

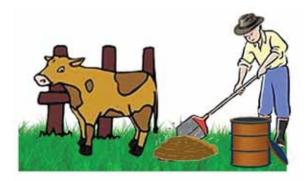


Figura 12. Manejo del estiércol para su posterior procesamiento.

- 5) Cuando en los corrales se usa gran cantidad de agua para lavar el estiércol, puede llegar a depositarse y contaminar las fuentes de agua cercanas, como ríos, lagos etc. Esto genera la disminución del oxígeno disponible y el aumento de contenidos de amonio en el agua, lo que provoca la muerte de la vida acuática y amenaza también la vida terrestre, porque esta agua contaminada puede dañar tanto a personas, animales y plantas.
- 6) El almacenamiento apropiado del estiércol es necesario para cualquier sistema de producción pecuaria, sobre todo cuando los animales son mantenidos en confinamiento, como en los sistemas industriales de producción pecuaria o de ganado estabulado, donde es necesario construir tanques estercoleros de concreto bien sellados con una cubierta plástica fuerte.
- 7) El estiércol almacenado debe vaciarse con cuidado para evitar su derramamiento sobre la tierra o el agua superficial.
- 8) El tamaño del depósito de estiércol debe ser suficiente para almacenarlo durante el tiempo requerido. En este caso se puede seguir el método de lagunas anaerobias ya mencionado anteriormente, hasta obtener el producto adecuado que se sacará del depósito mediante bombeo hasta un camión cisterna que lo lleve y distribuya en el campo (Fig. 13).



Figura 13. Uso de camiones cisterna para llevar los líquidos procesados de la fermentación del estiércol para ser usados como abono líquido.

- 9) El espacio necesario para el almacenamiento depende de la cantidad de aguas que contendrá, sobre todo si va a recibir el agua derramada de los abrevaderos, la usada para la limpieza y el agua de lluvia. En este caso se requiere un equipo adecuado para mezclar y vaciar el depósito mediante bombeo.
- 10) Otro detalle importante es la reducción de la circulación del aire, mediante la instalación de una cubierta sobre el depósito de estiércol, que reducirá también las emisiones de amoníaco a la atmósfera. Estas cubiertas deben estar especialmente diseñadas e instaladas sobre los depósitos de estiércol, para capturar el gas metano que se va liberando de la fermentación y que puede ser utilizado como gas natural para consumo doméstico. Este proceso funciona mejor en climas cálidos.

III. EL ESTIÉRCOL COMO RECURSO EN LOS SISTEMAS GANADEROS

Como ya se ha mencionado el estiércol es el producto de desecho resultante de la digestión del ganado que muchas veces consideramos como "basura". Sin embargo, la naturaleza ha desarrollado a lo largo del tiempo, mecanismos eficaces para el aprovechamiento y reciclaje de materiales que pudieran parecernos desagradables como son los desechos animales, incluyendo los nuestros.

En particular el desecho orgánico que es el estiércol, es un recurso que sirve de alimento natural para ciertos animales, los cuales ayudan a eliminarlo de los pastizales. Entre estos organismos se encuentran los insectos llamados escarabajos del estiércol, que como su nombre lo dice, utilizan este material para alimentarse y reproducirse durante toda su vida (Fig. 14 y 15).

El otro grupo de organismos que también consumen el estiércol, es el de las lombrices de tierra, sobre todo cuando está más seco. Al consumir este material estos organismos proporcionan al ecosistema un servicio ambiental al efectuar la limpieza, enterramiento y reincorporación al suelo de los nutrientes que aún contiene el estiércol.

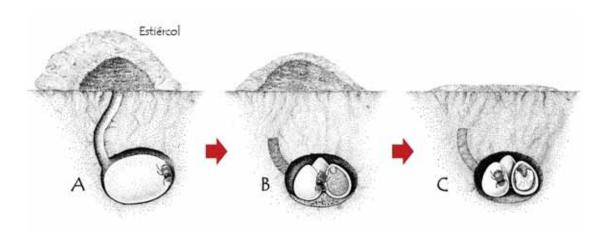


Figura 14. Secuencia de pasos que siguen las hembras de *Copris incertus*, que es un escarabajo del estiércol para elaborar y cuidar su nido: A) enterrar estiércol y hacer una masa compacta; B) fraccionar varias bolas y poner los huevos; C) mantener y cuidar el nido hasta que emergen los nuevos adultos (Figuras tomadas de Huerta y col. 1981).



Figura 15. Actividad de los escarabajos coprófagos. a) Tierra removida al hacer las galerías por debajo de la boñiga de estiércol, b) galerías hechas bajo la boñiga, c) estiércol enterrado y empacado para comer o reproducirse, d) moscas que llegan a poner sus huevos sobre el estiércol. Fotos C. Huerta.

Existe un tercer grupo de organismos que pasan parte de su vida alimentándose del estiércol, entre ellos están las larvas de ciertas moscas, que cuando son adultas resultan en una molestia o pueden llegar a ser perjudiciales para el ganado y el hombre. Además, en el estiércol también pueden encontrarse otros organismos que aunque no lo consumen, pueden buscar las larvas y adultos de los insectos que ahí se desarrollan, formando una verdadera cadena alimenticia (Fig. 16).

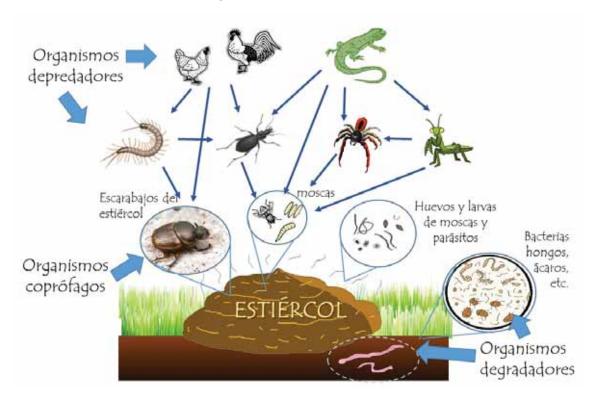


Figura 16. Ejemplo de los diferentes organismos microscópicos y macroscópicos que dependen del estiércol para su desarrollo o para encontrar su alimento.

En esta cadena alimenticia se utiliza el estiércol como principal recurso y punto de reunión. Es un medio rico en bacterias y hongos microscópicos que sirven de alimento a otros organismos como las larvas de los escarabajos y moscas coprófagas (comedoras de estiércol). También existen otros niveles en la cadena alimenticia, por la presencia de los insectos depredadores que van al estiércol a buscar a sus presas, como son los escarabajos coprófagos, los colémbolos, los ácaros, las moscas e incluso las lombrices de tierra. Después de este nivel aún se puede observar otro nivel donde se incluyen otros

organismos de mayor tamaño, como las aves, reptiles y mamíferos, que también buscan en el estiércol su alimento, pero no para consumirlo sino para buscar las semillas no digeridas por el ganado o los insectos que ahí se encuentran. Al consumir este recurso, los animales arriba mencionados, obtienen la energía necesaria para realizar todas sus actividades vitales: alimentarse, crecer y reproducirse. Luego entonces, el estiércol es una buena fuente de energía para numerosos organismos.

Como se ha observado hasta aquí, el estiércol puede considerarse como un material muy rico en nutrientes. Tan solo una carga de una tonelada de estiércol de ganado bovino con un contenido aproximado de 50% de humedad, contiene alrededor de 42 kg de nitrógeno, 18 de fósforo y 26 de potasio, además de gran cantidad de bacterias, hongos microscópicos y semillas de los pastos o de otras plantas forrajeras consumidas por el ganado vacuno (Fig. 17).



Figura 17. Nutrientes contenidos en el estiércol.

El estiércol en sí, es todo un micro ecosistema que puede convertirse en un recurso útil en la producción ganadera, ya que puede ser reintegrado al ecosistema por los organismos que lo consumen cuando éstos se encuentran presentes, o bien, puede ser

manejado de manera apropiada por el mismo ganadero principalmente cuando los escarabajos que se alimentan de él no están activos en superficie.

A) Acumulación y problemática del manejo del estiércol

La problemática que genera el estiércol en los pastizales ganaderos se vio magnificada en Australia durante los años 60 y 70's del siglo pasado. La colonización de este país implicó la llegada de poblaciones humanas, junto con los animales que les servían para su transporte y alimentación, entre ellos el ganado vacuno (Fig. 18). El problema es que la mayor parte del alimento que este ganado consume es desechado como estiércol, cuya consistencia pastosa y húmeda es muy diferente al producido por los animales marsupiales característicos de ahí (canguros, koalas, etc.), generalmente más secos y en forma de pellet, que sí son degradados por la fauna coprófaga nativa y cuya evolución transcurrió junto con esos animales.



Figura 18. En Australia no existían animales como las vacas, ni los insectos que consumían su estiércol.

Cada día una res adulta puede producir aproximadamente 50 kg de material de desecho que debe ser eliminado pronto para evitar que se acumule sobre el terreno. Por ejemplo, para dar una idea de la situación hay que hacer un poco de cuentas. Cada vez que una vaca defeca, puede desechar al menos 4 kg de estiércol, que al caer forman una masa en forma de pastel llamada boñiga (Fig. 19). Esta boñiga varía de tamaño, con un

diámetro promedio de 0.6 a 0.7 m, ocuparían un área de 0.3 a 0.4 m² (fórmula del área de un círculo: $A = \pi r^2$).



Figura 19. Cada boñiga de estiércol puede variar de tamaño por diferentes factores. Fotos M. Cruz.

Si tomamos el mayor valor y lo multiplicamos por 12 que es el número de veces que en promedio defeca cada vaca, dan 48 m² cubiertos con estiércol al día, esto ocuparía una superficie de casi 7 x 7 m. Si se tuvieran 5, 10, 20, 40 o 100 vacas en un terreno, entonces tendríamos por día, 240, 480, 960, 1,920, 4,800 m² cubiertos con estiércol. Así se puede entender el grave problema que implica la permanencia del estiércol sobre un terreno.

A este problema de acumulación de estiércol y pérdida de los nutrientes que aún contiene, se suma la presencia de organismos que dependen de este material para reproducirse o alimentarse, como es el caso de las moscas y algunos parásitos del ganado. En el campo australiano esta situación se manifestó en muchas boñigas, mal olor y nubes de moscas volando por todos lados, que llegaron inclusive a las ciudades, lo que propició una urgente necesidad de controlar este problema sanitario, pues se producían más de 3000 moscas en un periodo de dos semanas.

En 1964 se inició un proyecto que duro 22 años, con la finalidad de introducir escarabajos del estiércol provenientes de diferentes lugares, principalmente de África y Europa, que si tienen la capacidad de aprovechar el estiércol producido por el ganado

vacuno (Fig. 20). Este proyecto realizado por investigadores fue apoyado económicamente por la comunidad ganadera australiana. Resultado de este proyecto y a pesar de tratar de introducir 55 especies de escarabajos del estiércol, sólo se establecieron 43 especies en diferentes zonas de ese país.

La llegada de estas especies a las zonas ganaderas australianas significó una gran reducción del estiércol acumulado y del número de moscas (80 a 100%) y de los problemas que éstas generan en los animales y el hombre. Esta experiencia fue aprovechada por los Estados Unidos, quienes importaron en los años 80s del siglo pasado, algunas de las especies más exitosas en Australia, a tal grado que dos de estas especies salieron de Estados Unidos y entraron a México, donde se han establecido a lo largo de las zonas ganaderas tropicales de nuestro país e incluso han llegado a Sudamérica (Fig. 20).

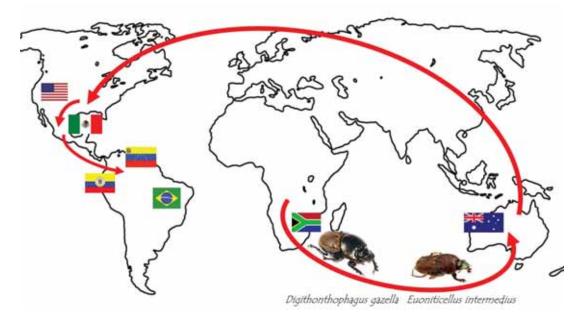


Figura 20. Origen de los escarabajos importados para el control del estiércol en Australia y posterior introducción de dos de las especies más exitosas en Estados Unidos y de ahí a México y Sudamérica.

Actualmente se sabe que la actividad de los escarabajos del estiércol contribuye significativamente con la productividad y sanidad de los pastizales ganaderos. Por ejemplo, cuando entierran el estiércol y hacen sus galerías incrementan la fertilidad, aireación y permeabilidad del suelo. Esto ayuda a limpiar el pastizal de estiércol al tiempo que

incrementan el reciclaje de nutrientes contenidos ahí, así como a reducir la liberación de gases como el metano y el óxido nitroso, que son los más importantes contribuyentes al problema del calentamiento global del planeta. Finalmente, al manipular el estiércol los escarabajos destruyen huevos y larvas de algunas especies de parásitos y moscas que necesitan este medio para cumplir su ciclo de vida, con lo que ayudan a su control biológico (Fig. 21).

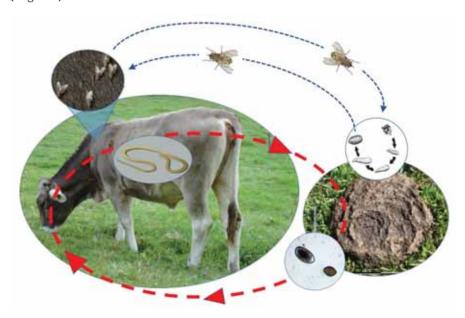


Figura 21. Algunas moscas y parásitos intestinales se desarrollan en el estiércol y le causan daños al ganado.

B) ¿Cuánto estiércol remueve un escarabajo?

La cantidad de estiércol removido por los escarabajos es variable, y depende de la especie, de su tamaño, de su número, del comportamiento que estén realizando (alimentación o nidificación) y de diversos factores ambientales como son la humedad, la temperatura, así como de las característica del suelo. En localidades ubicadas en el Municipio de La Huerta, Jalisco (entre los 40 y 300 m de altitud), existe una especie de escarabajo del estiércol considerada de las especies más grandes (de más de 18 mm), *Dichotomius colonicus* que pueden enterrar por cada insecto en promedio 80 gramos de estiércol en 24 horas y como máximo 120 gramos en el mismo lapso de tiempo (Fig. 22).



Figura 22. Dichotomius colonicus con el estiércol que ha enterrado. Fotos T. Lorenzo.

En algunas localidades de Veracruz ubicadas entre los 900 a 1680 metros de altitud, como Jilotepec, esta misma especie *Dichotomius colonicus* entierra en promedio 71 gramos de estiércol en un día y como máximo hasta 335 gramos en 24 horas. En pastizales de Durango esta especie remueve más de 800 gramos por hectárea. En La Huerta, Jalisco, especies más pequeñas como *Euoniticellus intermedius*, que mide menos de 9 mm, puede enterrar 17 gramos de estiércol en promedio durante 24 horas y como máximo 20 gramos por día. A pesar de su pequeño tamaño, entre 100 individuos de *Euoniticellus intermedius*, podrían remover entonces 2 Kg de estiércol en un día. En Jilotepec, Veracruz, una especie pequeña llamada *Onthophagus incensus* puede enterrar en promedio 9 gramos y como máximo 12 gramos en 24 horas, pero que debido a su abundancia en la zona, cumple una actividad muy importante en los potreros ganaderos.

a) ¿Cómo saber cuánto estiércol remueven los escarabajos?

Nosotros nos dedicamos a estudiar a los escarabajos del estiércol y entre otras cosas primero debemos saber ¿Qué comen?, ¿cómo nidifican?, ¿cómo se comportan?, etc. Pero al estar en el campo haciendo nuestro trabajo, hay una pregunta común que nos hacen los señores ganaderos ¿Cuánto estiércol entierran esos bichitos en el suelo de mi parcela? Para responder a esta pregunta hay varias opciones. Una de estas es en el caso de los escarabajos llamados "rodacacas", como es la especie Canthon indigaceus, y cuyo

comportamiento implica que primero llega al estiércol, corta un pedazo, forma una bolita y después la rueda cierta distancia hasta que la entierra. Ya en este momento se puede sacar la bolita enterrada y con ayuda de una balanza sabremos el peso de esa bolita, la cual tiene un peso promedio de un gramo (Fig. 23).

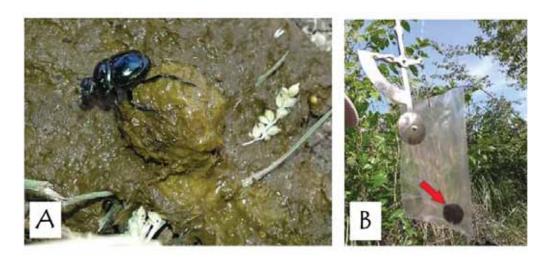


Figura 23. A) *Canthon indigaceus* haciendo su bolita. B) pesando la bolita (flecha) dentro de una bolsa colgada a una balanza de campo. Fotos P. Menegaz de Farias.

Otra manera de saber la cantidad de estiércol que entierran los escarabajos es cavar directamente por debajo del mojón o boñiga, buscar a los escarabajos y pesar todo el estiércol enterrado. Aunque esto tiene como inconveniente no saber qué tiempo ha estado expuesto ese mojón, ni la cantidad de escarabajos que han podido llegar. Una tercera forma para compensar esta situación en campo, es poniendo una cantidad conocida de estiércol (ejemplo 1.5 kg), sobre una cubeta llena de tierra donde se podrán enterrar los escarabajos que lleguen en un periodo de 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo se abrirá con cuidado la cubeta y se buscarán las galerías hechas por los escarabajos y se pesará el estiércol enterrado, con esto se podrá saber la capacidad de enterramiento de cada especie (Fig. 24).



Figura 24. Procedimiento para conocer cuánto estiércol entierran los escarabajos: 1) Preparación de los materiales, 2) pesaje del estiércol a poner, 3) llenar la cubeta o maceta con tierra y compactarla, enterrar la cubeta al nivel del piso, 4) Poner el estiércol sobre una rejilla en la cubeta enterrada, 5,6) Dejar actuar 24 horas, sacar el estiércol y pesarlo usando la malla como transporte, 7) sacar y contar los escarabajos que estén dentro del mojón, 8) contar y medir los hoyos que hay en superficie (indicativo de que hay escarabajos enterrados), 9) retirar la cinta que une la cubeta y abrir por la mitad, 10) revisar poco a poco el contenido de la cubeta y localizar el estiércol enterrado, 11) pesar el estiércol de cada galería hecha por los escarabajos, 12-14) ubicar a los escarabajos enterrados y definir la cantidad acumulada de estiércol. Fotos L. Arellano, C. Huerta y P. Menegaz de Farías.

IV. USOS DEL ESTIÉRCOL

A) Como material de construcción

Todo individuo necesita un lugar para vivir. Durante la historia, la gente ha construido sus viviendas con técnicas y materiales muy variados, dependiendo del lugar, del clima y del suelo. Hay muchos tipos de materiales que se pueden usar para construir una vivienda, solo es necesario caminar en los alrededores de un lugar para poder identificar qué materiales se tienen cerca (Fig. 25).



Figura 25. Tipos de materiales utilizados por el hombre para elaborar casas o sitios donde habitar.

La tierra se ha usado como material de construcción de manera frecuente, pues existe en cualquier lugar del mundo y puede ser aprovechado de diversas maneras, además de que se puede combinar con otros materiales como arena, grava, paja, crin de caballo, incluso estiércol de vaca o caballo. La mezcla necesaria para construir con barro o tierra debe tener una consistencia específica para que tenga firmeza sin agrietarse. Se sabe que la tierra ideal para la construcción contiene barro, arcilla, arena y algún material orgánico fibroso; al que también se le puede incluir un poco de grava. La proporción de barro y arena es muy importante ya que el equilibrio de estos dos materiales es lo que da fuerza a la construcción. El material orgánico fibroso (la crin de caballo, la paja y el estiércol) actúa como un tejido que da consistencia y firmeza. En el caso de que la tierra elegida, no tenga las proporciones correctas para construir, se puede agregar arena, barro o paja para equilibrarlo. A esta mezcla se le llama adobe (Fig. 26).



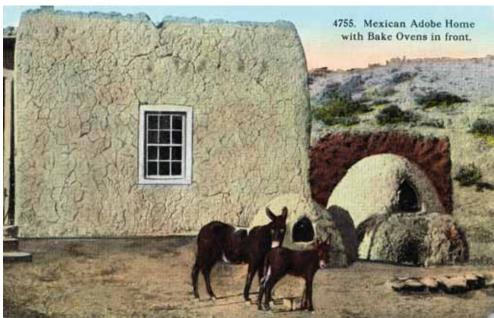


Figura 26. Ejemplo de casas antiguas hechas con adobe (www.mexicoenfotos.com).

Las ventajas de usar adobe como material de construcción es que permite realizar formas suaves y redondas; además de ser fuerte y duradero, que actúa como aislante contra ruidos y temperaturas extremas. Los bloques ecológicos llevan en su composición un 75% de estiércol y son 20% más livianos y resistentes que los bloques normales. No tienen ningún olor. Otra ventaja es que se consume menos energía en la cocción de los

mismos. Sin embargo, el adobe no es adecuado para construcción en vertical, ni para zonas muy húmedas o con movimientos sísmicos frecuentes. Por su espesor en los muros, requiere disponer de cierto espacio, por lo que no es adecuado para viviendas en zonas de alta densidad constructiva.

B) Como material combustible: El estiércol una vez que se seca bien, puede ser quemado para servir como combustible doméstico y sus cenizas pueden llevarse a la tierra cultivable. Sin embargo, muchos de sus nutrientes, como la mayor parte del nitrógeno, el carbono y el azufre se pierden durante la combustión (Fig. 27).

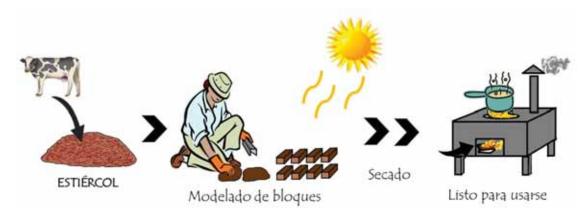


Figura 27. Proceso que se puede dar al estiércol para convertirlo en combustible.

Un tipo de tratamiento para obtener combustibles de los desechos orgánicos es mediante la biodigestión. En un biodigestor se someten los residuos (generalmente estiércol o aguas negras) a la acción degradadora de las bacterias en un medio anaeróbico (sin aire). Con este proceso se produce lo que se denomina biogás, el cual está compuesto principalmente por gas metano que es altamente inflamable y por un material sólido en forma de lodo que resulta ser un excelente fertilizante o abono orgánico (Fig. 28).

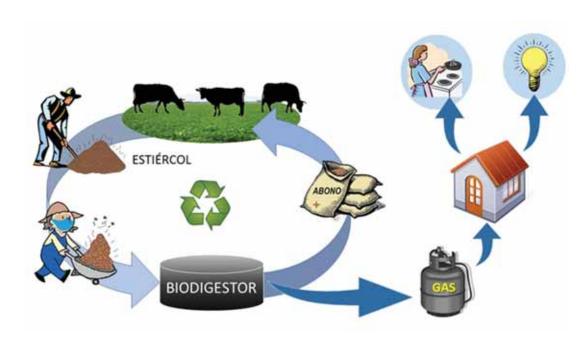


Figura 28. Pasos que sigue el manejo del estiércol para su reciclaje y aprovechamiento como fuente de energía y obtención de nutrientes.

Para producir biogás es posible utilizar cualquier tipo de estiércol ya sea de vaca, cerdo, cabra, aves e incluso de los deshechos humanos (Cuadro 2). Por ser un proceso relativamente sencillo y por no requerir alta tecnología, la generación de biogás es un recurso al alcance de todos los bolsillos. Aunque existen varios tipos de digestores según el material y recursos con los que se cuente, el mecanismo básico es siempre el mismo.

Cuadro 2. Producción de biogás de acuerdo al tipo de animal

Tipo de animal	Producción de	Contenido en sólidos	Producción de biogás
ripo de ariimai	estiércol (Kg/día)	(%)	(m³/día)
Vaca	49	10	1.25
Ternero (3-6 meses)	14	10	O.34
Cerda madre	10	7	O.19
Ovino y caprino	1.6	25	47
Aves	O.1	25	6.4

Fuente http://www.sitiosolar.com/la-obtencion-de-combustible-a-partir-de-materia-organica-de-deshecho-la-biomasa-y-el-biogas/

En una cámara hermética se mezcla el estiércol o los restos biológicos con agua. La cámara debe mantenerse siempre a una temperatura constante no inferior a los 30 grados centígrados para conseguir un buen rendimiento. La biodigestión empieza entonces y pasa por las diferentes fases en las cuales se va produciendo el biogás. Éste tenderá a ascender y a situarse en la parte alta del depósito desde donde por medio de conductos se llevará hasta donde se requiera. La cantidad de biogás que es posible producir por día depende de varios factores como el tipo de estiércol y el método de biodigestor empleado.

También es posible emplear el biogás a nivel doméstico como si se tratase de gas propano o butano en las cocinas y hornos. Su combustión no produce ningún tipo de mal olor ni transfiere a los alimentos ningún sabor. Resulta en todo semejante a cualquier otro combustible gaseoso de origen fósil (Fig. 29).

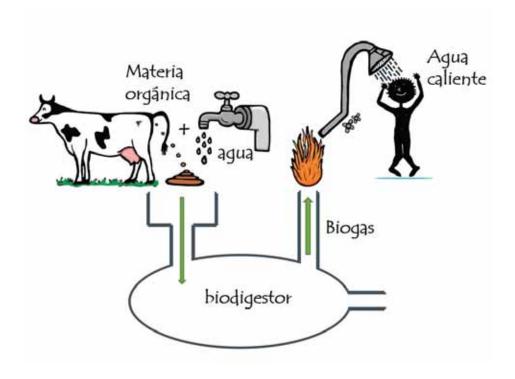


Figura 29. Uso doméstico de un biodigestor

C) Como fuente de alimento: el estiércol (principalmente de aves) puede ser reciclado como forraje, muy común en la producción piscícola integrada. También se ha estudiado el valor alimenticio del estiércol de cerdo deshidratado y en forma de pellet o comprimidos sólidos, que tratados con substancias químicas servirán para la alimentación del ganado bovino.

Aunque el estiércol de cerdo no tiene ningún costo, el rastrojo es semi-utilizado y solo puede ser usado por los rumiantes, en ganadería orgánica no está permitido que los animales sean alimentados con excretas de otros animales. También es importante considerar el riesgo de transmitir enfermedades si no se utiliza un proceso de desinfección durante su preparación.

CONCLUYENDO

Si analizamos con detenimiento lo presentado en este folleto, se podrá dar cuenta de que un material que consideramos de desecho como es el estiércol, en realidad no lo es porque puede convertirse en material de provecho al hacer un manejo adecuado de él. Ya desde hace mucho tiempo algunas culturas lo han usado como material de construcción, como combustible o como abono directamente sobre los cultivos. Actualmente la tecnología ha ido cambiando el proceso para mejorar su degradación y para obtener mayores rendimientos a través de la generación de gas útil a nivel doméstico y de fertilizante orgánico, que requiere menos inversión que los fertilizantes comerciales.

La naturaleza como hemos visto, ya hizo su parte, únicamente hay que permitir que los organismos encargados de hacer el reciclaje de estos desechos en el campo puedan hacerlo, en especial los escarabajos del estiércol. Nuestro deber es cuidarlos cuando se encuentran presentes, de tal manera que puedan seguir haciendo su trabajo como recicladores. Hay que procurar reducir o evitar el uso en las prácticas agropecuarias de sustancias muy tóxicas, para evitar que estas afecten y reduzcan o inhiban la actividad de

estos organismos en los potreros. Ya se mostró que es muy fácil saber si estos organismos recicladores están presentes con sólo inspeccionar el estiércol. También es importante conservar la fauna que se reúne en torno al estiércol, pues constituye toda una cadena alimenticia que no debemos romper, porque dependemos directa e indirectamente de su adecuado funcionamiento.

Si lo hacemos así, la Madre Tierra nos lo agradecerá, sobre todo si buscamos alternativas menos dañinas para el ambiente en la elaboración de los alimentos y manejo de nuestros desechos. La tarea es hoy para no sufrir mañana. Hagámoslo Juntos!!!



LITERATURA CONSULTADA

- Anduaga, S, and C. Huerta. 2007. Importance of Dung Incorporation Activity by Three Species of Coprophagous Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) Macrofauna in Pastureland on "La Michilía" Biosphere Reserve in Durango, Mexico. *Environmental Entomology*, 36(3): 555-559.
- Aso, P. y Bustos, V. 1991. Composición química de los estiércoles. Avance Agroindustrial, 23-25.
- **Cedeño, Z. J. L.** 2005. Alternativas eco-amigables para el uso de estiércol bovino, 1ra. Parte. *Revista ASOGAN SD.* Ecuador.
- Demeza Deara A. 2014. Efectos del régimen de manejo ganadero en la magnitud de la función de remoción de estiércol y en la estructura funcional de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeinae) en un paisaje de bosque tropical seco en Jalisco. UMSNH. Facultad de Biología. Tesis de Licenciatura. 71 pp.
- Edwards, P. 2007. *Introduced Dung Beetles in Australia 1967 -2007. Current status and future directions.* Landcare Australia and Orica Community Foundation. 82 p.
- Huerta C., Anduaga, S. y G. Halffter. 1981. Relaciones entre nidificación y ovario en *Copris* (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 47:139-170.
- Nahed, T., J., B. Sánchez Muñoz, J. L. Ruíz, N. S. León, J. C. Calderón y A. Álvarez. 2008. *Manual de ganadería bovina orgánica: Bases generales para la producción ecológica de alimentos de origen animal.* El Colegio de la Frontera Sur, Universidad Autónoma de Chiapas. 62 pp.
- Partida, P. M. y V. E. Gutiérrez. 1991. Finalización de toretes alimentados con estiércol fresco de cerdo (30 y 24.5%), melaza y rastrojo de maíz (con y sin urea). IV Reunión de Nutrición Animal. FMVZ. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey NL p 14-18
- Salazar-Sosa, E., Trejo-Escareño, H. I., Vázquez-Vázquez, C., & López-Martínez, J. D. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Phyton, 76,* 169-185.

Hojas web

http://www.bosquedeniebla.com.mx/pub.htm

http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/tech/20manmgn.htm

http://waterhome.brc.tamus.edu/texasyst/texasystworkbooks/printedb6030a.html

http://www.sitiosolar.com/la-obtencion-de-combustible-a-partir-de-materia-organica-de-deshecho-

la-biomasa-y-el-biogas/

http://www.dungbeetles.org.au/

http://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8hOvmOOOO01g4bc-

att/45_instrucciones_O2.pdf

AGRADECIMIENTOS

Al financiamiento del proyecto número 20035-30893, del Instituto de Ecología, A.C.

A los señores ganaderos del municipio de Jilotepec, Veracruz: Silvino Huesca Libreros, Pedro Méndez Olivares, Juan Victoriano Gómez Galicia, Adrián Gómez, Servando López Ramírez y Luis Caraza Stoumen, por permitir la realización de los trabajos de campo.

A los señores Leonel Cortina Hernández, Víctor Manuel Cortina Hernández, José Alfonso Castellanos Nadales, José Antonio Perea Gómez, Eliseo Nadales Jiménez y Julio C. Jortéz Nadales, y Dr. Alfonso Díaz, que nos ayudaron en el trabajo de campo.

A los señores Salvador López Sánchez y Arturo Piña, que diseñaron y editaron la portada.

A Patricia Menegaz de Farías y Albina Demeza Deara, por el apoyo para el trabajo de campo.

A Sara Larisa Rivera Gasperin por el dibujo del cocinero con su receta y el Biodigestor doméstico.

