

COMO CRIAR LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS



Todos los derechos reservados por © 1999.

Queda hecho el depósito que prevé la ley 11723

Los autores autorizan la copia de este material únicamente para uso personal. El mismo se amplía y actualiza cada tres meses aproximadamente.

Introducción

Ecología en el hogar

Mucho es lo que se escucha hablar de ecología pero siempre con el énfasis en cuestiones globales: Efecto invernadero, agujero de ozono, extinción de especies, etc. ¿Cuál es el alcance de la toma de conciencia? Pensemos en la radio, la televisión, los diarios, los parlamentos, los juzgados, los foros internacionales... En todos ellos se discute, se descalifica, se reclama, se critica, se censura, pero la mayoría de las veces sin la compañía de soluciones.

Si cuando se enuncia un problema como la desaparición de las selvas tropicales o el peligro de la explosión demográfica, no se sugieren soluciones viables, lo que se genera es contraproducente: angustia, incertidumbre, temor o simplemente pasividad.

Las imágenes de lugares remotos arrasados por el desdén humano no contribuyen en nada si no se proponen de inmediato los mecanismos para que eso que se ve no se repita en el futuro. Pero los problemas que se muestran son en general grandes, complejos, difíciles y apocalípticos. En síntesis imposibles para un individuo que reconoce sus limitaciones.

Saber que en nuestra propia casa podemos ser protagonistas de la lucha para la preservación del medio ambiente puede ser una salida positiva a la crisis ecológica. Preocuparnos y rectificar rumbos en medio de la sociedad de consumo es una manera concreta de insertarnos en esta epopeya del tercer milenio. El secreto de todo es pensar que como los grandes daños se producen a nuestro alrededor, con una buena intervención en nuestro entorno inmediato, también estaremos contribuyendo a disminuir la presión sobre los ambientes silvestres amenazados por el hombre.

El problema de la basura es grave en todo el mundo. Más de la mitad de los residuos que se tiran a diario son materias orgánicas, es decir, restos rápidamente degradables por la naturaleza. Si tomáramos la decisión de transformarlos en el hogar mediante lombrices rojas californianas, podríamos sentirnos satisfechos ya que disminuiríamos la contaminación y la tarea inútil de transportar y depositar en vertederos cantidades inconmensurables de residuos orgánicos. Este despropósito malogra, por otra parte, la posibilidad de obtener toneladas de excelente abono orgánico con el que se podría revertir la degradación de los suelos de nuestra propia región.

Estamos entonces frente a una solución efectiva pero ignorada para los residuos sólidos urbanos. La transformación de la basura orgánica en compost es el primer eslabón de la reducción, reutilización y reciclado de la basura industrial. Los municipios deben encarar lucidamente estos dilemas: ¿Lumbricultura o relleno sanitario? ¿Lombrices o plantas de tratamiento?

Nuestra propuesta es la lumbricultura doméstica y comunal como el medio más rápido y eficiente para resolver el problema global de la basura y para recuperar suelos en las zonas urbanas y rurales.

El Programa de Autosuficiencia Regional ha distribuido durante los últimos años miles de núcleos de lombrices rojas en todo el país iniciando a nuevos lumbricultores y asesorando a municipios del interior de país. Este es un camino posible para aumentar la participación ciudadana y la conciencia sobre el tema, pero sin duda irán apareciendo nuevas propuestas y sobre todo la decisión política de encarar el problema desde sus raíces.

La alimentación es el destino

En la historia, la alimentación es el destino. Al salir de la selva para ocupar los valles y llanuras, el hombre se hizo cada vez más dependiente de los animales que cazaba. El dominio del fuego, las armas rudimentarias y el lenguaje son adquisiciones que surgieron ligadas a dicha actividad.

Este recurso funcionó bastante bien durante dos millones de años. Luego los alimentos dejaron de estar al alcance de la mano disminuidos por la sobre explotación y los cambios climáticos. La relación costo-beneficio en la búsqueda del sustento se tornó desfavorable. Los cazadores prehistóricos debían recorrer mayores distancias para obtener un magro resultado. En esta coyuntura crítica aparece el primer modelo productivo que tuvo la humanidad con la invención de la agricultura y la ganadería. En vez de emboscar a las manadas de rumiantes siguiendo sus migraciones estacionales los domesticaron. En lugar de viajar por bosques y selvas para llegar en el momento de la maduración de los frutos aprendieron a cultivarlos.

Las nuevas técnicas mantenían algunos aspectos del nomadismo anterior. Quemaban un sector del bosque o de la selva y cultivaban hasta que se agotaba la fertilidad del suelo. Luego se trasladaban a otro sitio y repetían la misma rutina. Después de algunos años retornaban al punto inicial, donde la naturaleza ya había restaurado las antiguas heridas y el ciclo volvía a repetirse.

Esta forma de vida aumentó la tasa de natalidad. Se hizo necesario emplear más mano de obra para tareas como labrar, regar o cosechar. Los bosques se talaron para aumentar las tierras de cultivo y por lo tanto había que ir cada vez más lejos a buscar leña o llevar los animales a pastar.

Cuando un pueblo que vive de la caza y la recolección comienza a practicar la agricultura y la ganadería se vuelve más conservador. Hay una razón lógica: no demanda la misma dedicación cazar un venado y compartirlo alegremente en torno a la fogata tribal, que las prolongadas labores del campo. Se hace necesario el surgimiento de una organización política, civil y militar para la administración y defensa del territorio y los graneros.

En la América precolombina los incas llegaron a sostener una población de más de 30 millones de personas con una agricultura eficazmente controlada. Tenían una fantástica administración del suelo, agua, información, y los servicios sociales, superior al de cualquier país industrializado moderno.

El segundo modelo productivo aparece con la revolución industrial que trajo consecuencias imprevisibles sobre la cultura, el agro y el medio ambiente. Los imperativos de la mecanización y el mercado propiciaron una creciente urbanización con su saga de despoblación rural, consumismo, y concentración económica.

En cuanto a la creciente explotación del suelo un hecho importante ocurrió en 1840, cuando el Barón Justus Von Liebig, un químico alemán, publicó el ensayo "La química en su aplicación a la agricultura y a la fisiología". Von Liebig redujo la nutrición vegetal a la absorción de un mínimo de elementos imprescindibles para el desarrollo completo de una planta. Se basó en el análisis químico de los minerales presentes en las cenizas de las plantas, sin tener en cuenta la materia orgánica ni los complejos procesos microbiológicos que ocurren en la relación raíz-suelo.

No es casual que fueran químicos y alemanes - Fritz Haber y Karl Bosch -, quienes inventaran en 1914 el proceso para la fijación catalítica del nitrógeno atmosférico. Con este artificio Alemania pudo obtener simultáneamente nitratos para el agro y explosivos para la guerra.

Lo cierto es que en la naturaleza, la fijación del nitrógeno atmosférico y su transformación en iones asimilables por las plantas se hace por intermedio de bacterias, las que obtienen su energía mediante la oxidación y reducción de compuestos orgánicos. Esto no cuesta nada y prácticamente la cantidad de nitrógeno fijada por los microorganismos nitrificantes y la vuelta a la atmósfera por los desnitrificantes se mantiene constante y equilibrada.

Con los abonos industriales se fija más nitrógeno del que se libera. El excedente es arrastrado a los cursos de agua provocando el proceso de *eutrofiación*. Se trata de un drama en varios actos que comienza con el exceso de nitratos aumentando la población de algas. Al morir, estas son descompuestas por microorganismos, los que a su vez agotan el oxígeno del agua durante ese proceso. En el último acto mueren los peces por asfixia.

Desde el punto de vista económico, la fijación industrial de nitrógeno resulta un negocio "a lo Pirro". En efecto, el consumo de calorías para producir un kilogramo de alimento mediante el uso de agroquímicos supera a los contenidos en el mismo. Hasta ahora este derroche energético se pudo ocultar gracias a la subvención del petróleo, un recurso no renovable.

Pero éste no es el único problema. Los fertilizantes químicos y el monocultivo trajeron un desequilibrio ecológico que transformó en plagas a poblaciones de insectos, hierbas, hongos y microorganismos que anteriormente estaban equilibrados. Para controlarlos los científicos crearon pesticidas químicos sintéticos. Sin embargo, no previeron que esta intervención favorecería el surgimiento de nuevas generaciones de insectos genéticamente resistentes. Se inicia un círculo vicioso en el que se necesitan ahora productos cada vez más potentes que contaminan la tierra, el aire y el agua.

En menos de cien años el modelo industrial languideció por la misma razón que los anteriores: sobreexplotación y cambio climático - esta vez provocado por el propio hombre - 2/3 de la tierra cultivada está dedicada a 7 u 8 tipos de cereales. Buena parte de esta producción se destina al engorde del ganado mientras que millones de personas padecen hambre. Hace falta encontrar un nuevo modelo. Es el momento de recordar que la naturaleza dispone de un modelo productivo más eficiente que los ofrecidos por la ciencia y la tecnología. El mismo está basado en la preservación de la diversidad y la integración de los sistemas. La agricultura orgánica, la Permacultura y las tecnologías sustentables serán los logros de la nueva cultura.

Legitimidad de la agricultura orgánica

¿Por qué hacer agricultura orgánica? La agricultura moderna intensiva enfrenta dos graves cuestiones: En primer lugar, provoca una contaminación del suelo y las napas de agua debido al uso de abonos químicos y pesticidas. Además, estos productos causan un deterioro de la estructura del suelo al disminuir su carga bacteriana. Esto lleva a emplear maquinaria agrícola cada vez más pesada para roturar las tierras dañadas, con lo que el problema se incrementa y se crea un círculo vicioso. Por otra parte, el monocultivo, la hibridación y la ingeniería genética disminuyen la biodiversidad biológica, aumentan la dependencia económica de los países periféricos respecto a los centrales y provoca éxodo rural y desempleo.

En segundo lugar, La agricultura moderna interfiere en la calidad de los alimentos mediante la presencia de tóxicos en la alimentación y la ausencia de ciertos nutrientes por causa de una fertilización deficiente.

Las empresas que fabrican estos productos y las reglamentaciones que facilitan su uso, sostienen que la presencia de estos químicos en las plantas es baja y tolerable por el organismo, o que se trata de sustancias que se degradan rápidamente en el medio ambiente.

Esto no es real y hay cientos de ejemplos que contradicen los argumentos “tranquilizadores” de las multinacionales químicas. Uno de los más contundentes es el caso de los organoclorados. Claude Aubert, del Instituto Nacional de Agronomía de Francia, cuenta que en este país se realizó hace unos años un estudio cuyos resultados espantaron a las autoridades y a la opinión pública: el tenor de organoclorados en la leche de las mujeres era de veinte a cincuenta veces superior al de la leche de vaca. Esto no es sorprendente dado que, como una mujer se encuentra en el final de la cadena alimentaria, los pesticidas que ella va acumulando son eliminados a través de la leche en una cantidad más concentrada. Esta fue una constatación que, entre otras, llevaron a la prohibición de los organoclorados en Europa.

Se desarrollaron a continuación biocidas de segunda generación, los organofosforados. Se creía que debido a que estos se degradan en pocos días el problema estaba solucionado. Sin embargo, no tuvieron en cuenta que estos pesticidas se transforman en productos de degradación, de cuyos efectos hay un total desconocimiento.

Los abonos químicos industriales como el nitrógeno, sodio y potasio, desequilibran el suelo desde el punto de vista mineral, ionizándolo de una manera exagerada. Estos iones penetran por ósmosis, dada su alta solubilidad; la planta los absorbe en mayor proporción de la que necesita y se desequilibra. Por ejemplo la proporción de nitrato de la hoja de espinaca sin abono nitrogenado es de 23 partes por millón. Con un abonado de 30 kg. de nitrógeno por hectárea pasa a contener 420 partes por millón. Esto es inconveniente para la salud del consumidor, pues los nitratos en un medio reductor (especialmente la cocción) se transforman en nitritos peligrosos para la hemoglobina de la sangre.

Pero hay otros inconvenientes: el exceso de potasio en el suelo inhibe la asimilación de minerales vitalizantes como el magnesio, el fósforo y la mayor parte de los oligoelementos. La disminución del magnesio en las plantas que consumimos disminuye las defensas del organismo, y favorece la aparición de enfermedades graves. La fertilización basada en materias orgánica y minerales naturales molidos, que constituye el fundamento del método de la agricultura orgánica, es la única que puede asegurar a las plantas, y, por consiguiente, al hombre, un suministro normal de los oligoelementos necesarios.

La agricultura orgánica se propone, frente a este panorama dilemático e incierto, como una técnica sostenible y económica a la vez. Se trata de método de cultivo practicado con éxito en muchos países. Está basado en la fertilización orgánica viva y en la lucha indirecta, no violenta contra los parásitos y en colaboración permanente con la naturaleza. Este método tiene muy en cuenta el medio ambiente (como el uso de cercos vivos que aumenta la fertilidad de la tierra creando un microclima favorable) y emplea un conjunto de prácticas como ser el uso de abonos verdes, lombricompostos, compost, rotaciones, uso de cultivos alternados o plantas compañeras. El lema es: si el suelo está sano, también lo estarán las plantas y los seres que se alimenten de ellas.

Llama la atención que pese a la excelencia de la agricultura orgánica y su importancia económica y ambiental, un informe del año 1987 de la Organización Mundial de la Salud descalificaba irónicamente estas prácticas considerándola una "fobia química", y un "entusiasmo sentimental por los viejos tiempos". A continuación este informe realizaba una revista "necrológica" acerca de la temprana edad a la que fallecieron sus principales precursores.

Unos años antes de que se lanzara la Revolución Verde, en la década del '70, se publicaban artículos en donde se ridiculizaba a los agricultores que se negaban a utilizar los agroquímicos. Harland Manchester, en una extensa campaña periodística a lo largo de las décadas del '60 y '70, en artículos de difusión masiva, como los de la revista "Reader's Digest," se refirió a los abonos orgánicos como un mito supersticioso propio de granjeros ignorantes.

En 1970, Borlaug, el padre de la Revolución Verde fue galardonado con el premio Nobel de la Paz, por su contribución a la selección de cereales apropiados para la producción intensiva. La propuesta era tomar lo que servía del patrimonio genético de un vegetal, trivializando el resto, y por ende empobreciendo nuestra relación biológica con el medio ambiente. Esta simplificación es propia de una concepción reduccionista que despoja a los recursos naturales o culturales de sus variables singulares justificando el despojo con argumentos utilitarios o altruistas. Con la promesa de un mundo sin hambre se inundó el mercado mundial con cereales híbridos de alta producción adictos a dosis crecientes de fertilizantes e insecticidas sintéticos.

Hoy hay una situación real que no podemos desconocer: todo este sistema de producción y distribución esta basado en un recurso no renovable, el petróleo. Como la tendencia es el agotamiento de esta fuente energética tenemos que decidir que sistema de producción elegiremos: o bien nos inclinamos por las utopías tecnológicas, o bien adoptamos un estilo de vida compatible con el aprovechamiento integral y sostenible de la naturaleza.

Un indicador de esto último es posible, es el informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos que estima que 100.000 de los 2.1 millones de granjeros están haciendo agricultura sin productos químicos o están a punto de eliminarlos y este número esta creciendo rápidamente.

¿A que obedece este cambio? ¿Es otra vez una moda? ¿Es una corriente filosófica? ¿Es una variación en los gustos del mercado consumidor? Hugo Castello, biólogo destacado de la

comunidad científica argentina, explica este cambio por la transformación de la conciencia del consumidor que demanda productos sanos. Esto es cierto, pero no termina de explicar la base profunda del cambio; los gustos y preferencias del consumidor no modelan automáticamente la oferta del mercado.

La respuesta es sin duda económica: la clave sigue siendo el petróleo. Con petróleo se hacen insecticidas, fungicidas, herbicidas, fertilizantes y la mecánica de tractores, riego y transporte. A esto hay que agregarle la molienda, la cadena de frío y/o sistemas de conservación y envasado. Y como el petróleo es cada vez más costoso el sistema económico internacional - impasible en apariencia - ya está anticipándose a la crisis que se avecina desempolvando la antes desdeñada agricultura orgánica.

La salud del suelo

El suelo, como nuestro cuerpo, es un organismo vivo, con la diferencia de que sus "órganos" no están alineados a lo largo de una columna vertebral. En él se desarrollan fenómenos físicos, químicos y microbiológicos esenciales no sólo para el éxito de los vegetales sino de la propia vida en el planeta. En biología, se considera ser vivo al que posee metabolismo propio; este es el caso del suelo. Podemos considerarlo como un ser terrestre ya que aspira oxígeno y libera gas carbónico (CO₂).

Pero la vida del suelo no es fácil de entender. Los organismos que lo habitan y forman parte de él se influyen mutuamente:

"El suelo se forma a través de su vida y la vida es típica a las características específicas del suelo. Quiere decir que el suelo determina su vida y la vida determina el suelo "¹.

Este concepto ancestral del suelo como un ente vivo se desvirtuó con el uso de fertilizantes y maquinaria pesada, pasando a ser considerado como un mero soporte.

Una extensión de éste concepto erróneo es la hidroponía o cultivo sin suelo. Después de la Segunda Guerra Mundial, se creyó que la hidroponía podía ser la panacea para el hambre del mundo. No se tuvo en cuenta que ésta forma de cultivo depende de algunos minerales cuyas reservas mundiales podrían agotarse en unas pocas décadas.

Una de las principales preocupaciones de los agricultores - en especial los descendientes de europeos- es que el suelo esté suelto. Tienen el síndrome de "la pala y el arado". Sin embargo, éstos instrumentos remueven los suelos por unos días y después vuelven a estar compactados.

La estructura grumosa del suelo no depende de la labranza sino de la silenciosa acción de organismos microscópicos como bacterias y hongos.

Las bacterias no tienen boca para alimentarse, en cambio producen enzimas que disuelven las sustancias nutritivas para luego absorberlas. Hay bacterias que trabajan sobre la celulosa formando la llamada "jalea bacteriana", alimento de hongos diminutos.

La figura de los hongos en la agricultura aparece bastante desfigurado, solo se los nombra cuando son parásitos, pero raramente se considera su acción benéfica transformadora de materia orgánica.

Los microorganismos existen en cantidades increíblemente grandes. En una cucharada de té, de tierra, encontramos 100 a 200 millones de microbios (en el humus de lombriz hay 10 veces más). Estos ocupan el 0,05 % del suelo y pesan aproximadamente entre 1,6 a 5,7 t/ha, considerándose un total de 3000 toneladas de tierra agrícola por hectárea. Compensan su

¹ Ana Primavesi, Manejo Ecológico del Suelo, El Ateneo, Buenos Aires, 1982.

tamaño con su número y también con la rapidez de su reproducción. En un periodo de 30 minutos a 2 horas se forma una nueva generación, de manera que un día pueden nacer de 12 a 48 generaciones, lo que en términos humanos llevaría de 3 a 12 siglos. La velocidad de multiplicación depende, en parte de la especie, pero principalmente de las condiciones del medio en que viven.

En los últimos 20 o 30 años las técnicas inadecuadas de laboreo y la aplicación de fertilizantes químicos que afectan la flora microbiana del suelo están disminuyendo el humus en las tierras cultivables. Hace unas pocas décadas, terrenos con el 3-4 % de sustancia orgánica se araban con tractores de 50- 60 HP. Ahora, por haber disminuido su proporción, debe usarse tractores de 120 a 150 HP.

El concepto biológico de fertilización es bastante distinto al que manejan los agricultores. La verdadera fertilización requiere utilización de abono orgánico, rotación de cultivos, mínima labranza, y aplicación de enmiendas minerales.

Humus

Hemos visto que los primitivos agricultores acostumbraban quemar una limitada extensión de la selva abriendo un claro en la espesura vegetal y aumentando el rendimiento de sus cultivos al incorporar al suelo las cenizas remanentes que tienen un alto grado de potasio.

También sabemos que debido al crecimiento demográfico, la humanidad tuvo que ir ocupando zonas más áridas donde ya no fue posible usar las cenizas de leña como abono. No quedó otro recurso que reemplazarlo por el estiércol de animales. Sin embargo esta práctica es deficiente, ya que una buena parte del contenido de nitrógeno se evapora en forma de amoníaco. El estiércol directo también acidifica el suelo y afecta la vida microbiana favoreciendo la aparición de hongos oportunistas.

En cambio, compostar (ya sea con lombrices rojas o mediante una pila de residuos) es una forma muy interesante de capturar la mayor parte de esos nutrientes y haciéndolos estables al agua.

La transformación de estiércol en humus es muy importante en zonas de mataderos y donde se cría ganado evitándose la contaminación de ríos cercanos. Por ejemplo un tambo de 100 vacas produce diariamente cerca de 1500 Kg. de estiércol, obteniéndose unas 30 toneladas de humus mensuales.

Podríamos definir el compost como el corazón del huerto ecológico. Una vez que se agrega superficialmente compost sobre el terreno, contribuye, al igual que el humus, a conservar la estructura del suelo y a reconstituir su flora microbiana.

Los materiales para transformar en compost pueden ser variados: césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles, periódicos no coloreados y los desperdicios de cocina y del huerto.

El humus de lombriz o vermicompost

Es el fertilizante orgánico por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestor de la lombriz.

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines. El lumbricompost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Protege al suelo de la erosión.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.

- Aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos. Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante, se lo está empleando en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que tienen estas instalaciones.

Valores biológicos²

Valores microorgánicos:

Los gusanos de tierra consumen residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir, predigeridos por microorganismos especializados: bacterias, hongos y otros. Estos degradan las proteínas y la celulosa transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aeróbica de las proteínas) También se nutren con diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos que le sirven al animal para inmunizarse y crecer. Cuando la lombriz elimina mediante la excreción las moléculas de estos antibióticos, dejará una masa bacteriana antibiotizada, compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma de los hongos y microorganismos fúngicos en disminución. Se calcula la presencia de 2 billones de bacterias por gramo de vermicompost.

² Datos tomados del libro de José Artigas García, *La Alimentación Biológica*, Plaza & Janes, pág. 189-190

Valores fitohormonales:

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos "agentes reguladores del crecimiento" son:

- La *Auxina*, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos;
- La *Gibberelina*, favorece el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos;
- La *Citoquinina*, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

Valores nutritivos:

El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común.

Los experimentos efectuados con vermicompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos.

Presencia de ácido ascórbico (vitamina C), en mg por 100 gr de jugo de la planta:

ESPECIE VEGETAL	VERMICOMPOST	QUÍMICOS
Acelga	56	24
Alcaucil	44	12
Habas	56	24
Arvejas	42	10
Porotos	32	50
Ajés	320	150
Espinaca	92	54
Naranja	86	50
Frutilla	90	52
Melón	32	5
Pera	28	4

Uso del Humus de lombriz

El humus, como todo abono orgánico, se usa en primavera y otoño. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requiere oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra disminuye la frecuencia de riego.

El humus puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40%. La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño:

tipo de planta	cultivos nuevos	mantenimiento anual
Árboles	2-3 Kg	1 Kg
Rosales y leñosas	500 gr	1kg/ m2
Césped	1 kg/m2	500 gr/m2
Plantas de interior	mezcla al 50% con tierra de cultivo	4 cucharadas por maceta
Orquídeas	mezcla al 10%	1 cucharada por maceta con la tierra de cultivo
Hortalizas	120 gr/planta	

Composición

Humedad	30-60%
pH	6,8-7,2
Nitrógeno	1-2,6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2,5%
Calcio	2- 8%
Magnesio	1-2,5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Acido fúlvicos	2,8-5,8%
Acido húmico-fúlvico	1,5-3%
Sodio	0,02%
Cobre	0,05%
Hierro	0,02%
Manganeso	0,006%
Relación N/C	10-11%

Consumo de la carne de lombriz

La alimentación es un gran determinante económico, político y social de los pueblos. Si durante sus primeros años una persona no logra un suministro adecuado de proteínas, lo más probable es que luego padezca deficiencias neurológicas que lo limiten para siempre.

Durante miles de años distintos pueblos de África y China encontraron en la carne de lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener su población y cultura a pesar de las condiciones más adversas.

Una propuesta para mejorar la alimentación en países en vías de desarrollo podría incluir la producción de proteína de anélidos a partir de materiales que no implican costo como restos de comida, desechos de la huerta, cáscaras, hojas, pasto, papel y estiércoles de rumiantes.

Por cada tonelada de estiércol fresco se produce 500 kilos de humus y 100 kilos de carne de lombriz. Cuando se hace la cosecha, una parte de las lombrices puede ser destinada a la continuidad del criadero y la otra a la elaboración de harina.

El proyecto podría ser viable en pequeñas comunidades donde se practique la agricultura y la ganadería. Así se evitarían gastos de transporte ya que la materia prima (estiércol y desechos vegetales) y los productos de elaboración (humus y carne de lombriz) se producirían y consumirían en el mismo lugar.

Cuando se introduce un nuevo alimento hay que tener en cuenta las costumbres locales. Los intentos de la FAO por ayudar a pueblos acosados por el hambre debido a la pobreza endémica o a algún desastre, están jalonados de historias de fracasos porque no se consideraron sus hábitos de alimentación.

En este sentido, la proteína de lombriz tiene una ventaja: se puede incorporar en pequeñas cantidades, de manera imperceptible, enriqueciendo los alimentos de consumo habitual bajo la forma de harina. Esta contiene del 62 al 82% de proteína de excelente calidad y la totalidad de los aminoácidos esenciales, superando a la harina de pescado y la soja.

Pero lo más importante, es que la lombriz roja californiana no padece ni transmite ninguna enfermedad conocida (Cuevas, 1991).

Hemos estado haciendo algunas experiencias y recopilando información sobre el tema, pero resta mucho por investigar. Un método de trabajo podría ser este:

- En primer lugar hay que separar lo mejor posible a las lombrices de su medio. Esto conviene hacerlo a mano o empleando una malla de alambre tejido.
- Luego se purga a las lombrices durante un día con un alimento basado en gelatina o en harina de maíz fina (sémola) con una humedad similar a la del alimento.
- Se sacrifican a los animales en una solución salina (dos cucharadas de sal en un litro de agua)
- Finalmente, se secan al sol y se muelen. El resultado es un polvo de color amarillo de sabor agradable.

La harina de lombriz, elaborada en forma industrial, se usa principalmente para la preparación de alimentos balanceados para la explotación intensiva de gallinas y pollos lográndose una mejor conversión alimenticia que con los balanceados comerciales reduciéndose los costos de producción de un 20-40%.

Como alimento vivo se emplea en la cría de ranas, pesca deportiva y piscicultura.

La valoración de las lombrices a través de la historia

El rol de las lombrices en el mejoramiento de las tierras de cultivo era bien conocido en el Antiguo Egipto. Una gran parte de la fertilidad del valle del Nilo dependía de estos animales. Por eso los faraones tenían previstos castigos muy severos a quienes los dañaran o contrabandearan. El gran filósofo griego Aristóteles las definió certeramente como "los intestinos de la tierra". Los romanos también supieron apreciar a las lombrices, aunque recién en el siglo XIX se explicó científicamente cual era su verdadera función en el ecosistema. En su último libro³, Charles Darwin demostró que en el transcurso de 4 o 5 años las lombrices hacían pasar por su intestino la mayor parte de la capa arable del suelo. Para hacerse una idea de la magnitud de ésta tarea vale el siguiente dato: una hectárea de campo puede contener una tonelada de lombrices que procesan 250 toneladas de tierra por año. Se puede comprender mejor este prodigio si se tiene en cuenta que puede haber más de diez millones de lombrices por hectárea, equivalente a dos toneladas de biomasa.

Darwin inventó un aparato que fijó al suelo para medir como de año en año se elevaba el nivel del terreno por la oscura labor de éstos gusanos. Incluso según su opinión, ellos eran los responsables de que las piedras de Stonehenge estuviesen parcialmente enterradas.

Guillermo H. Hudson - el naturalista y escritor argentino contaba que los jardineros ingleses de la época victoriana culpaban a las lombrices por sus plantas atacadas. Incluso habían diseñado una palita especial para extraerlas. Probablemente la causa de este error de apreciación se debiera a que las lombrices suelen ser abundantes alrededor de las raíces de algunas plantas. Están allí para ingerir sustancias tales como azúcares, vitaminas, enzimas y minerales, segregados por las raíces y las bacterias que viven próximas a ellas. Algo similar a lo que ocurre en el Mar de los Sargazos, donde en torno a éstas plantas acuáticas hay una rica ecología de peces y crustáceos que no se encuentran en mar abierto.

En verdad, las lombrices sólo comen materia orgánica muerta y nunca plantas vivas. Necesitan que estén descompuestas para poder ingerirlas, Hudson les dijo a los ingleses que estaban matando a la gallina de los huevos de oro, porque en los lugares donde la tierra había sido "desparasitada" de lombrices el césped era pobre y la tierra compactada.

Darwin

Charles Darwin comenzó a interesarse por las lombrices desde niño, maravillado por la lectura del libro *Natural History of Selborn*, del naturalista White. Alrededor de 1837 su tío Josiah Wedwood le comenta acerca de la cantidad de tierra que acumulaban las lombrices en el césped de Maer. Al año siguiente, Darwin leyó un informe en la *Geológica Society*, destacando entre otros

³ Charles Darwin, Mi librito sobre la formación del mantillo gracias a la acción de las lombrices, 10 de octubre de 1881.

tópicos, la capacidad de las lombrices para cubrir en poco tiempo objetos dejados sobre un terreno.

Veintidós años más tarde, un colaborador del *Gardeners' Chronicle*, se mofó de las especulaciones del científico asegurando que las lombrices no tenían ni la fuerza ni el tamaño para realizar "semejante proeza". Este comentario acicateó a Darwin quien se lanzó a buscar más pruebas que confirmaran su teoría. Relatan sus biógrafos, H.D.B. Kettlewell y Sir Julian Huxley:

*" Darwin contó el número de huellas de lombrices que había encontrado al pasear, puso una «piedra de lombrices» en el césped de Down para medir la velocidad con que iba quedando enterrada, estudió detenidamente la anatomía, fisiología y costumbres de las lombrices, las examinó e hizo experimentos colocándolas en recipientes que llevó a su propio estudio y realizó paseos nocturnos para observar los efectos de la vibración y de la luz sobre aquellos animales; Si hacía sonar el silbato o tocaba el fagot, no se producía ninguna respuesta, pero si tocaba una de las notas graves del piano sobre el que estaba colocado el recipiente de lombrices, estas entraban en sus escondrijos, quizá por las vibraciones mecánicas producidas."*⁴

Durante sus excursiones, Darwin comprobó que en tres décadas, las lombrices habían convertido un árido pedregal en una rica pradera. El mismo tratamiento transformó las baldosas de antiguas villas romanas en tierras de laboreo.

Finalmente, - el 1º de mayo de 1881- Charles Darwin decidió enviar a la imprenta los manuscritos donde relató sus observaciones e hipótesis, sin mucho convencimiento acerca del interés que podría despertar en los lectores. No ocurrió así, en poco más de tres años se vendieron ocho mil ejemplares, siendo el primer trabajo científico en el que se investiga el rol ecológico de un animal en la naturaleza.

Alberto Roth, un visionario.

Otro hito de la lumbricultura se ubica en la Argentina en 1925, fecha en que Alberto Roth instala un establecimiento yerbatero en Santo Pipo, Misiones. Este suizo autodidacta dedicó toda su vida a criar con esmero gusanos de tierra para enriquecer, mejorar y conservar la fertilidad de sus tierras de cultivo desarrollando técnicas muy eficaces para la crianza y reproducción de lombrices en simples cajones de frutas. Cuenta la leyenda que unos estudiantes norteamericanos, de paso por Misiones, se enamoraron de la idea y la llevaron a los Estados Unidos.

Después es historia conocida: Hug Carter, familiar del ex presidente de los Estados Unidos inicia en 1947 su propio criadero. Pero la diferencia sustancial con Roth es que empleó una especie diferente de lombriz, la *Eisenia foétida*, también conocida como Lombriz Roja Californiana. Por razones de crianza, reproducción y por la variedad de desechos orgánicos que ingieren, éstas lombrices y sus variedades son las más adecuadas para una producción intensiva de vermicompost.

Kim Gagliardi, el precursor.

La lumbricultura comercial, pero ésta vez con lombrices californianas, se inicia en la Argentina en 1984 con el milanés Kim Gagliardi. La primera importación fue un fracaso - las lombrices se congelaron en la bodega del avión - la segunda partida, de un millón de ejemplares,

⁴ Sir Julian huxley, H.D.B. Kettlewel, Darwin, Pag. 189

llegó en abrigadas cajas de telgopor. Unos años después ya existían varios criaderos dedicados a la producción de humus y a la comercialización del excedente de lombrices.

Sin embargo, pese a la intensa labor de promoción, al cabo de una década la actividad se había estancado y en algunos casos se encontraba en franco retroceso. Algunos criaderos que en su época de auge habían llegado a tener 200 cunas, se encontraban reducidos al 10%. Muchos lumbricultores se retiraron de la actividad o comenzaron a destinar el compost para cultivar árboles y plantas ornamentales para abastecer a los viveros locales.

Razones de mercado determinaron tal decadencia, no sólo por la escasa demanda, sino principalmente por la limitación de la oferta. El futuro de la lumbricultura descansaba peligrosamente sobre otras formas de producción incipientes como la agricultura orgánica, la cría de *ranas toro*, piscicultura, o como una actividad marginal para deshacerse de los residuos (estiércol, aserrín) en tambos, criaderos de cerdos, aserraderos, etc.

Las lombrices, el limonero y el jazmín.

Esta situación cambió cualitativamente cuando el 23 de Abril de 1993 se publicó en Clarín Revista una nota sobre la poda donde comentamos (en un simple recuadro) algunas de las propiedades del compost de lombriz para proteger la salud de las hortalizas, árboles y plantas de jardín. También proponíamos criar lombrices californianas en la propia casa o departamento. Miles de llamadas telefónicas bloquearon durante un año el teléfono del Programa de Autosuficiencia Regional. En un solo día llegaron mil cartas. Jorge, un cartero experimentado confesó: "nunca en la historia de Bernal el correo entregó tantas cartas a un solo destino".

La clave de este éxito se basó en que se propuso la lumbricultura como una actividad ecológica cotidiana, antes que un emprendimiento comercial en un mercado no identificado con el producto. Se relacionó el humus de lombriz con plantas queridas por la gente. Fue una revelación para nosotros descubrir cuantas personas estaban sensiblemente preocupadas por la palidez de su jazmín o los pulgones del limonero.

También hemos entregado miles de lombrices a establecimientos rurales, escuelas, cárceles y municipios deseosos de participar como institución al mejoramiento de su entorno.

Desde hace unos años estamos trabajando más estrechamente con nuestros amigos Juan Carlos Magnano y Oscar Gómez de la granja Vita-Fértil⁵. Juan Carlos es sin duda uno de los lumbricultores más innovadores que tiene nuestro país. Sus nuevas técnicas, permiten lograr en nuestra zona cuatro cosechas de humus por año donde antes se obtenían dos. Es un generoso y vehemente consultor que nos obliga a cambiar permanentemente nuestra visión de esta actividad.

⁵ Vita-Fértil de la localidad de Abasto, es una de las más importantes de la provincia de Buenos Aires. Allí se realizan experiencias de cultivos comparando distintos tipos de abonos brindando además entrenamiento para la instalación de granjas comerciales y asesoramiento a agricultores.

Evolución y biología

Los lumbrídeos se encuentran entre los seres con mayor éxito adaptativo. Su origen se sitúa en el precámbrico, hace 700 millones de años. Existe un gran número de familias, especies y subespecies que han ido ocupando mares, lechos lodosos de lagunas y las capas superiores de casi todos los suelos del planeta. Pertenecen al *phylum* de los anélidos, animales con cuerpo constituido por una serie de anillos o metámeros, en los que se repiten los mismos órganos. Los anélidos comprenden las sanguijuelas, poliquetos y oligoquetos. Esta última clase reúne más de 1800 especies de lombrices.

Desde el punto de vista ecológico, los gusanos de tierra pueden dividirse en tres grandes grupos: en el primero encontramos a aquellas lombrices que viven sobre la superficie del suelo (epigeas). Los peligros a las que están expuestas - depredación, inundaciones, frío, incendios, escasez de comida- les hizo desarrollar una serie de adaptaciones para sobrevivir: alta reproducción para compensar las pérdidas poblacionales, buen apetito para aprovechar al máximo las ocasionales fuentes de comida (hojas secas, estiércol); capullos resistentes para preservar los huevos del desecamiento; *homocromía* o capacidad para adoptar el color del entorno. Teniendo en cuenta estas cualidades adaptativas se comprenderá porque una destacada exponente de este grupo, la *Eisenia foétida*, conocida mundialmente como roja californiana, resultó tan productiva en cautiverio. Con una provisión regular de alimento y en un ambiente protegido, come diariamente un gramo de residuos orgánicos (el equivalente al peso de un individuo adulto), 60% del cual se convierte en un excelente abono biológico llamado lumbricompost o humus de lombriz. En las condiciones ideales del criadero disminuye el letargo - período de descanso para soportar las sequías y carencias alimentarias- también aumenta la longevidad (de unos pocos meses en estado silvestre a 16 años en cautiverio).

El segundo grupo lo ocupan los lumbrídeos que pasan toda su vida en el interior del suelo (endogeos). Se alimentan de productos que eliminan las raíces y materia orgánica arrastrada hacia la profundidad por las lluvias o por otros gusanos e insectos. Al evolucionar en un medio más estable su tasa de reproducción es baja y no desarrollaron pigmentos protectores. Constituyen el 20% de la biomasa

Finalmente, alternando entre la superficie y la profundidad, encontramos al grupo de los anécicos, uno de cuyos exponentes, la lombriz de tierra, es sin duda la más conocida y estudiada. Cava galerías en forma de "U" donde pasa la mayor parte del tiempo. Por las noches se asoma a morder restos vegetales arrastrándolos al fondo para devorarlos junto con partículas de tierra. Por eso, si se quiere tener abundantes lombrices grises, siempre debe haber una capa de pasto seco sobre la tierra desnuda.

Los anécicos cumplen un papel muy importante en la aireación y acondicionamiento del suelo (desmenuzamiento, neutralización del pH, aporte de bacterias), dejando esos típicos montículos que muchos confunden con hormigueros. Suministran el 80% de la biomasa.

Estos tres grupos se reparten los recursos disponibles. La mayor parte de lo que ingieren los endogeos es mineral, con los epigeos la relación se invierte: su alimentación es casi exclusivamente orgánica. Los anécicos tienen una dieta combinada.

Biología

Los gusanos de tierra pertenecen al orden de los oligoquetos, del griego *oligo* (escaso) y *queto* (pelo), por alusión a las diminutas filas de cerdas que recorren su cuerpo en la parte ventral y lateral y que sirven como elementos de agarre durante el desplazamiento.

Para cavar, la lombriz contrae los músculos longitudinales, el cuerpo se dilata agrandando la abertura de la galería. Luego, al contraer los músculos longitudinales, se adelgaza y desliza. Se han observado lombrices remover piedras de más de cincuenta veces su peso, o penetrar sin dificultad en terrenos compactados donde difícilmente puede clavarse una laya.

Una buena parte del cuerpo de la lombriz está ocupado por el canal digestivo, tubo que la recorre de un extremo al otro. A medida que el animal cava la galería, incorpora tierra y materia orgánica, humedeciéndola previamente con enzimas para ablandar los tejidos vegetales.

La boca es sólo un orificio con una cavidad. Los alimentos primero son humedecidos y predigeridos con un líquido parecido a la secreción del páncreas humano. Luego son aspirados por la faringe gracias a la poderosa contracción de sus franjas musculares, haciendo el efecto de una bomba succionadora.

A continuación sigue el esófago, que posee glándulas calcíferas encargadas de neutralizar la acidez de la materia vegetal.

El papo empuja el alimento a la molleja, donde es molido con poderosas contracciones. Finalmente en el intestino, se completa el resto de la digestión y la mayor parte de la absorción.

A pesar de su sencillez, estos invertebrados tienen un buen desarrollo de su sistema nervioso, aparato circulatorio, digestivo, excretor, muscular y reproductor.

Miden desde unos pocos milímetros, hasta más de un metro, pero la mayoría oscila entre los dos y veinte centímetros.

El cuerpo de los anélidos se destaca por presentar una segmentación externa e interna. Estos segmentos o anillos, (95 la lombriz roja y entre 80 y 150 la lombriz terrestre), tienen distintas funciones según su ubicación.

La pared del cuerpo está constituida de afuera hacia dentro por:

- una cutícula, (lámina muy delgada, generalmente de color marrón brillante)
- Una epidermis, (epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa, también hay células glandulares que producen una secreción serosa).
- Capas musculares, (son dos, una circular externa y una longitudinal interna).
- Peritoneo, (es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz).
- El celoma es una cavidad que contiene líquido celómico, se extiende a lo largo del animal y envuelve el canal alimenticio.

El aparato circulatorio está formado por vasos sanguíneos o corazones contráctiles. Las lombrices tienen solamente dos grandes vasos sanguíneos, uno dorsal y uno ventral. Existen también, otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo.

El aparato respiratorio es primitivo, el intercambio se produce a través de la pared del cuerpo.

El aparato excretor está formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma.

El sistema nervioso es ganglionar. Posee un par de ganglios supraesofágicos, (cerebelo), de los que parte una cadena ganglionar. Estos ganglios supraesofágicos están relacionados por comisuras de unión.

Aunque las lombrices no logren distinguir las imágenes puede percibir la luz mediante fotorreceptores ubicados en el epitelio.

Tienen gran número de receptores en la cavidad bucal, los cuales podrían ser los responsables de los sentidos del gusto y del olfato. Posiblemente tienen también sensaciones químicas y térmicas.

Las lombrices son hermafroditas: poseen tanto órganos femeninos como masculinos, sin embargo, esto no implica la existencia de autofecundación, ya que los individuos deben cruzarse para intercambiar sus gametos.

Cuando alcanzan la madurez se aparean una vez a la semana, para ello se ponen en contacto los segmentos 9 a 11 opuestos al clitelo de la otra. Cada lombriz coloca los espermatozoides (que salen de sus vesículas seminales) en las espermatecas de la compañera. Una vez terminado el intercambio se separan. Los espermatozoides recibidos quedan latentes hasta el momento de la fertilización.

Sobre el clitelo de ambas se forma una especie de capullo (ooteca), formado por células mucosas. Una veintena de huevos se deslizan por un surco hacia atrás y se introducen en el capullo.

Dentro de la galería la lombriz se mueve hacia atrás haciendo que el capullo se deslice hacia delante arrastrando en el camino los espermatozoides expulsados por los poros seminales.

Cada capullo contiene entre tres y veinte lombrices y contiene albúmina que alimenta a los huevos durante la incubación, periodo que dura entre 14 y 30 días según la temperatura del medio, tardando la lombriz entre 60 y 90 días en lograr su maduración y estar en condiciones de acoplarse.

La actividad sexual de las lombrices rojas disminuye durante los meses muy calurosos o fríos, siendo la temperatura óptima para el apareamiento los 20° C.

La lombriz roja se despoja de la cápsula en un sitio favorable (por lo general cerca de un depósito de alimento), pero si las condiciones ambientales se tornaran inapropiadas, por ejemplo una reducción drástica de la humedad circundante, la eclosión puede demorarse varios meses sin mengua de la fertilidad.

Esta característica adaptativa, fue puesta a prueba por nosotros en una serie de experimentos con cocones para comprobar bajo que condiciones era posible su envío por correo.

Sometimos a diversos grupos de cocones a sacudidas que simulaban los avatares del transporte o bien fueron colocados en distintos medios (algodón, tierra, aire) lográndose la mayor viabilidad con un sustrato de humus de lombriz con una humedad moderada, emergieron entre 4 y 20 lombrices por capullo.

Características generales de la lombriz roja

En estado adulto, la longitud media de la lombriz roja californiana está comprendida entre 5 y 9 cm con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad. El peso es de un gramo aproximadamente. Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso o a la mitad, según las condiciones de vida. El 60% de lo que ingiere se convierte en abono y lo restante lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales. La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, la roja 16. La fecundación de la terrestre es cada 45 días mientras que la roja cada 7 días. También hay más nacimientos entre las lombrices rojas, 2-20 lombrices por cocón, contra 1 a 4 entre las terrestres.

A diferencia de la lombriz de tierra que se escapa con facilidad de las instalaciones de cría, la lombriz californiana permanece en su alojamiento siempre que no le falte comida o que las condiciones de su medio se tornen desfavorables.

Patologías de las lombrices.

La lombriz californiana es un animal muy confiable dado que no sufre ni trasmite enfermedades. Tampoco produce impacto ecológico ante una eventual fuga a un medio natural. En cambio es común encontrar daños ocasionados por las condiciones de la cuna.

Puede ocurrir que el hábitat sea alterado por la acción de bacterias, aire, calor o frío, así como también escasez o abundancia de agua. Otras causas pueden ser:

- Lesiones e infecciones producidas por acción de insectos o parásitos, la presencia de moscas y mosquitos, ciempiés, bichos bolita u hormigas. Si la lombriz es herida cerca del clitelo puede infectarse y morir. La muerte del animal provoca una pequeña fermentación que causa daño a otras lombrices.
- La presencia de sustancias nocivas en la comida puede provocar una disminución de las lombrices y una pérdida de peso. En algunos casos afectan la musculatura de lombrices impidiendo su locomoción o el apareamiento.
- Intoxicación proteica o "gozzo ácido". Este es un síndrome desencadenada por la presencia de un alto contenido de sustancias proteicas (no transformadas) en el alimento de las lombrices. Al ser atacadas estas proteínas por las enzimas digestivas de la lombriz, se produce amonio que inflama al animal y le provoca la muerte.

Le puede acompañar un proceso de descomposición debido a la proliferación de microorganismos cuya actividad genera gases y aumento de la acidez del medio. Las lombrices se ven entonces obligadas a ingerir alimentos con una elevada acidez que no alcanza a ser neutralizada por la limitada secreción de sus glándulas calcíferas. Por consiguiente, el proceso de fermentación continúa en el buche y en el ventrículo del animal agravando el estado inflamatorio. Los principales síntomas son: abultamiento anormal de la zona clitelar, que las lombrices se vuelvan rosadas o blancuzcas, que se queden en el fondo de la cuna y disminuyan su actividad o mueran, la aparición de ciertos ácaros acidificantes. Cuando pase esto es necesario controlar el pH de la cuna, removerla con

suavidad para favorecer la oxigenación y suministrar abundante carbonato de calcio para regular las reacciones ácidas.

Para tener un buen criadero, es necesario tomar las siguientes normas de prevención:

1. Probar siempre el nuevo material, poniendo durante dos días algunas lombrices y controlando su estado de salud.
2. Controlar la temperatura y el agua.
3. Cuando se incorporen harinas comerciales o alimentos más fuertes, echarlos con precaución y en pequeñas cantidades.

Enemigos de las lombrices

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero, los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lumbricultor (por lo general baja humedad y lechos demasiado ácidos).

Los escarabajos, moscas, ácaros rosa, gorgojos, bichos bolita, babosas, compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio y alteran las condiciones del medio. No existen medios físicos eficaces para su control, salvo evitando que se instalen las colonias de parásitos mediante un buen manejo de las unidades de cría.

Cierto tipo de hormigas ingiere los azúcares de los alimentos destinados a las lombrices. Si se las molesta un poco humedeciendo la compostera terminan buscándose un sitio más tranquilo. También se puede disponer sobre el lecho cáscaras de papa, naranjas o melón para atraerlas y luego retirarlas.

Para eliminar los gorgojos se recomienda espolvorear la zona invadida con azufre o utilizar a modo de lanzallamas el quemador normal de gas, tipo "camping".

Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topes, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas.

Los pájaros encuentran a las lombrices con facilidad, excavando la tierra con sus patas y pico, por lo que el lumbricultor deberá cubrir el lecho con ramas o redes mediasombra. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege al plantel del ataque de los pájaros y se evita la excesiva evaporación manteniendo regulada la humedad.

Las hormigas rojas y los ratones se comen a las lombrices, pero se los puede mantener alejados manteniendo una humedad del 80 % en los lechos de cría.

La planaria causa daños muy importantes en los criaderos comerciales. Se trata de un pequeño gusano platelminto, de cuerpo plano, de color oscuro con rayas a lo largo del cuerpo. Este parásito se adhiere a la lombriz y mediante un tubo absorbe sus líquidos corporales matándola.

Dado que las planarias se desarrollan y comienzan a depredar a las lombrices cuando el pH del medio desciende a menos de 7.5 (Meléndez y otros), es recomendable evitar estiércoles viejos (con más de 20 días de haber sido producidos).

Un lumbricultor de Costa Rica, Alberto González, quien ha sufrido ataques de planaria en su granja, recomienda tener muy buen drenaje en los lechos y pasillos siendo preferibles los riegos breves y frecuentes que intensos y distanciados en el tiempo. También ha experimentado con éxito la colocación de pedazos de plástico para atraer a las planarias que se juntan debajo buscando refugio y luego destruirlas con cal viva.

El digestor doméstico

La lumbricultura familiar es un emprendimiento que puede realizarse tanto en el interior (sótanos, galpones, invernáculos) como en balcones y al aire libre, Una de las formas más sencillas es empleando cajones de madera o de polietileno (en este caso hay que practicar varios orificios en el fondo).

Cría en cajones

En primer lugar se colocan las lombrices en un extremo del cajón colocando una pequeña capa de basura al costado. La basura que se agrega diariamente no requiere acondicionamiento previo, si bien es importante cubrir siempre los residuos con una capa de tierra o de lumbricompuesto para evitar el ingreso de insectos y para incorporar bacterias que aceleren la digestión. Hasta que las lombrices no se hayan desplazado al sector de la basura no es conveniente cubrirlas con los desechos para evitar perjudicarlas con el calor de la fermentación.

Una vez lleno el cajón, se comienza otro, tomando para la siembra de lombrices algunos ejemplares del primer cajón.

Es importante que los cajones no estén expuestos a pleno sol ni a la voracidad de los pájaros. La basura debe agregarse gradualmente junto al núcleo inicial de lombrices, sin cubrirlas. Esto recién se puede hacer cuando las lombrices estén aclimatadas y se puedan desplazar por una buena parte del cajón.

Durante el proceso de cría los cajones deben regarse regularmente pero no en demasía. Si el cuidador debiera ausentarse por algún tiempo prolongado, se puede asegurar el riego simplemente dejando hundida en el humus una botella llena de agua y boca abajo.

Cuando la basura de los cajones se transforme en una masa oscura, es tiempo de retirar las lombrices. Para ello se extiende sobre el medio de cría una capa de 5 cm de estiércol o cualquier otro residuo que sea del agrado de los animales(ver más adelante sebos). Al cabo de unos días las lombrices suben a comer y pueden ser retiradas. El humus puede conservarse en cajones, bolsa u otro tipo de recipiente donde pueda mantener una humedad de 30- 40% y pueda ingresar un poco de aire.

Las lombrices que se extraigan sirven para iniciar nuevos cajones, o bien para pesca, alimento para animales, harina, etc.

Cría en tolvas

Otra forma para criar lombrices californianas en un espacio reducido es emplear un sistema de tolvas donde la basura se echa por la parte superior del contenedor y el humus elaborado se saca por debajo. Este sistema permite una producción continua de humus en un solo contenedor.

La tolva más simple es un tambor metálico o plástico de 100 litros o más de capacidad.

Modelo 1: Se le practica al tambor un agujero lateral de unos 30 cm de diámetro para extraer el humus. El círculo recortado se utiliza para cubrir el agujero. Para sujetar esta tapa se pueden usar pequeñas bisagras y un pasador o simplemente atarla con alambre (una especialidad argentina).

Se fijan cuatro patas de madera a la base del tambor. Si se desea, se puede calcular la altura para que permita colocar cómodamente un balde para extraer el humus.

Para evitar que entren insectos y babosas, se coloca cada pata dentro de una lata con aceite de motor. La parte superior del tambor se cierra con un aro que sujeta una malla tejida (si es del tipo mediasombra mejor).

Este tambor permite producir una pequeña cantidad de humus de lombriz, suficiente para las plantas de interior y balcones.

Modelo 2: En cambio de hacer el agujero lateral se desfonda el tambor. Es más rústico, pero también más práctico para extraer el humus elaborado.

En ambos casos los cuidados son similares a los que deben prodigarse con otros métodos. Se comienza depositando una cierta cantidad de basura en el fondo del tambor (o sobre el piso si se optó por el segundo modelo) y el sustrato con las lombrices se coloca al lado (pegado a la basura). Las lombrices se irán introduciendo poco a poco en la basura, a medida que esta este en condiciones de ser consumida. No olvidar de tapar los residuos con un poco de tierra o humus y de regar con regularidad.

Además, hay que tener en cuenta que, como las nuevas capas de basura se colocan directamente sobre las lombrices, estas pueden ser sofocadas por el exceso de calor producido por la fermentación. Para evitarlo, se debe colocar la basura una semana sobre el lado izquierdo del contenedor y la siguiente en el lado derecho. De este modo siempre habrá un sector más fresco donde se puedan refugiar las lombrices.

La extracción del humus se hace por el lateral o la parte inferior, según el modelo. Siempre habrá algunas lombrices rezagadas, pero usando una herramienta de jardinería que tiene forma de garra, se va raspando poco a poco, dándole tiempo a que las lombrices se vayan apartando.

Se debe considerar que cada 3-4 meses el número de lombrices se duplica. Para evitar la superpoblación, hay que extraer algunas lombrices por la parte superior del tambor e iniciar un nuevo núcleo.

Si la tolva es grande como la que presentamos en los gráficos, parecida a un podio de carrera fórmula uno, se puede colocar una cinta de riego por goteo o aspersión. El diseño de este modelo de compostera es creación de dos reconocidos lumbricultores: Oscar Gómez y Juan Carlos Magnano.

Cría intensiva de lombrices rojas en zonas templadas

La Lumbricultura intensiva se realiza en una estratificación de material orgánico, generalmente estiércol procedente de caballerizas, tambos o mataderos, llamada *cuna, litera o lecho* sobre la cual se incorporan las lombrices. Las cunas se instalan al aire libre, aunque en zonas muy frías es conveniente utilizar invernáculos.

El terreno

Cuando se crían lombrices californianas a la intemperie es muy importante ubicarlas en un lugar sombreado ya que la temperatura al sol es mucho más alta que los registros ambientales. Los árboles de hojas caducas son los más apropiados para este fin porque sus hojas protegen a las cunas de la radiación solar durante la estación estival y se caen durante el invierno cuando se necesita calor. Quedan descartados los árboles resinosos (pinos) y aquellos que contengan tanino (nogales, castaños) ya que sus hojas resultan tóxicas para los gusanos.

En el caso de instalar las cunas bajo la copa de árboles frutales, deben evitarse los tratamientos con insecticidas ya que los mismos o las hojas tratadas que caen sobre los lechos, perjudicarían a los planteles.

Las cortinas de árboles son muy importantes, no sólo por brindar amparo de los vientos fuertes, sino también para combatir el frío, ya que aumentan en 2° ó 3° C la temperatura dentro del predio. Las cunas se deben colocar en el sentido de los vientos dominantes.

El terreno debe poseer una ligera pendiente para que el agua de lluvia se escurra con facilidad. Si el agua se amontona un poco no importa, pero hay que desechar terrenos que se inunden más de 20 cm aunque esto ocurra ocasionalmente.

Las raíces de los árboles empleados para brindar sombra a las cunas tienden a introducirse en ellas buscando agua y nutrientes. Esto es un verdadero trastorno porque disminuye la humedad en las cunas y disminuye la calidad del humus. Una solución transitoria es la colocación de una tira de polietileno de alta densidad en el fondo de la cuna, pero con el tiempo se perfora y las raíces encuentran su camino.

En Vita-Fértil, el polietileno estaba descartado porque se empleaba una pala mecánica para extraer el humus. El problema se hacía más complejo debido a que la pala, al extraer el producto, también excavaba la tierra. Este inconveniente se solucionó satisfactoriamente construyendo un contrapiso de hormigón en la base de cada cuna⁶. El drenaje quedó garantizado porque la cuna es un armazón de placas metálicas atornilladas que apoyan en el contrapiso, lo que facilita la evacuación del agua remanente.

⁶ Hay más información en el capítulo sobre instalación de una granja de lumbricultura comercial.

Cunas

Los lechos suelen ser simples montículos alargados o pueden estar construidas con alambre tejido o placas metálicas para una mayor protección contra posibles predadores y facilitar su manejo. En los lugares de bajas temperaturas y donde la lluvia no constituye un peligro se hacen las cunas bajo tierra, cavando un pozo de más de 1m de ancho por 50 cm de profundidad.

Las dimensiones de las cunas varían de acuerdo al tipo de explotación: desde 1 por 3 m. cuando se usa una carretilla en instalaciones pequeñas, hasta 1,80 por 3,60 en granjas más importantes donde se emplea un tractor con pala mecánica. El alto de las cunas no debe superar los 30 a 40 cm. Hay dos importantes razones: si las lombrices llegaran a ir hacia el fondo por alguna razón (frío, falta de alimento) llevaría mas tiempo el atraerlas a la superficie y por otra parte con alturas de más de 40 cm de materia la fermentación se hace un poco mas anaeróbica.

Para facilitar el laboreo, las cunas deben estar en líneas no mayores de 30 metros de largo.

Materia prima

Existen dos ingredientes básicos:

Estiércoles

Proveen nitrógeno, como los alimentos semidigeridos que se extraen de los estómagos de bovinos sacrificados (librillo o panza), o las deyecciones de los animales criados en establecimientos rurales (estiércol de corral)

Fibras

Básicamente aportan carbono (celulosa) como las cáscaras de cereales y la cama de caballo. Se emplean para acondicionar el material haciéndolo más esponjoso y aireado, facilitando su fermentación. Además, una vez finalizado el proceso de elaboración, dejan finas partículas de fibra que mejoran las cualidades agrícolas del material.

Hay ciertas reglas que se deben cumplir en el tratamiento de los residuos orgánicos. Si estos no se acondicionan bien las lombrices tardarán en ingresar al alimento, lo que resulta antieconómico.

Todo estiércol se debe desmenuzar, mezclar con fibra y posteriormente picar. Aunque haya estado acumulado por un tiempo en el establo, si no se mezcla y airea no fermentará.

No es conveniente adquirir estiércoles viejos (con más de 20 días de producidos) porque el material tendrá un pH más ácido y favorecerá la aparición de plagas. Se suelen indicar largos períodos para la maduración de los distintos tipos de estiércoles. Por ejemplo 6 meses para el estiércol vacuno y 12 a 16 meses para el de aves. Este plazo es excesivo por los riesgos que veíamos anteriormente y porque después de una maduración tan prolongada queda muy poca proteína a disposición de las lombrices.

El estiércol de corral se endurece con el tiempo formando bloques y la maquina trituradora no tiene suficiente potencia para desmenuzarlo. Por eso hay que prestar mucha atención con el

estiércol de corral que no se retira regularmente. Lo ideal es traerlo de los lugares donde se realiza una higiene día por medio, como ocurre en las ferias de remates de hacienda.

Al estiércol de cama de pollo se lo debe dejar seca un poco y para que no se apelmace agregar cáscara de arroz y picar.

La fibra (de la viruta, cáscara de arroz) ayuda a que el estiércol quede más esponjoso y aireado acelerando la fermentación. De esta forma se puede manejar cualquier tipo de estiércol. Por ejemplo, el estiércol de cerdo es muy pegajoso y cuando se seca se pone duro e hidrófugo conservando el centro fresco. La forma de manejarlo es hacerle perder un poco de humedad, mezclarlo con fibra y luego picarlo.

El estiércol y la panza de matadero se mezclan con un 20-30% de fibra. Una combinación que se emplea en la granja Vita-Fértil es 15% de Cáscara y 15% de cama de caballo. La panza contiene mucho liquido y requiere un día o dos para escurrir antes de ser mezclada con la fibra.

El pasto y las hojas y no son un buen sustituto de la fibra de arroz o madera en las unidades de producción. Son muy difíciles de degradar porque necesitan mucho oxígeno. Es preferible hacer una pila y manejarla con la técnica de compostaje tradicional.

Los residuos domésticos son pastosos y cuesta picarlos. Una alternativa es mezclarlos con viruta de madera y un poco de humus (si no se cuenta con cama de caballo o cáscara de arroz) para mejorar la fermentación. Luego se los cubre con un cm de aserrín para que no atraigan a las moscas.

La viruta puede ser de álamo o sauce. Es el material que se emplea en los establos. No usan virutas resinosas o con tanino porque estas no son muy absorbentes y pueden teñir al animal.

La viruta, la cama de caballo y la cáscara de arroz no requieren un compostaje previo. En el caso de la cama de caballo la orina se va evaporando pero la que queda se convierte también en nutriente para las lombrices.

Siempre hay que tener un poco de materia prima de mas por cualquier eventualidad.

Tipos de estiércoles de corral

Existen diversos tipos de estiércoles de animales que son aconsejables:

- Estiércol de equino: es óptimo por su alto contenido de celulosa.
- Estiércol de vaca: es muy bueno para utilizarlo como sustrato inicial y alimento durante la producción.
- Estiércol de ternero: es análogo al de vaca, pero se recomienda más el anterior.
- Estiércol de ovino: es bastante bueno, aunque difícil de encontrar. Tiene el inconveniente de que se suele mantener en los corrales por períodos prolongados, lo que provoca un

apelmazamiento por la pisada de los animales. Se lo puede acondicionar regándolo durante varios días seguidos y después mezclándolo con fibra. Tiene un período de maduración bastante corto.

- Estiércol de porcino: El que procede de explotaciones intensivas de cerdos es muy rico en proteínas. No es aconsejable el estiércol fluido, pero sí la parte sólida que se obtiene cuando se trata el estiércol fluido.
- Estiércol de conejo: constituye un alimento óptimo ya que se puede disponer rápidamente de él si se lo mezcla con un poco de fibra y se lo oxigena un poco antes de utilizarlo.

Acondicionamiento de la materia prima

La materia prima para la elaboración del humus de lombriz debe pasar por un periodo previo de acondicionamiento antes de colocarse en las cunas.

Luego de que la panza perdió parte del líquido con el que llega (1-2 días) se mezcla con la fibra. (Si se utiliza estiércol de corral no hay que esperar para realizar la mezcla).

Después de 5 días de fermentación se pasa todo el material por la picadora. Obviamente, este procedimiento vuelve a mezclar el material y ocurre una nueva fermentación que puede ser muy intensa.

Si el invierno es moderado, se espera 5 días antes de disponer el material dentro de las cunas (después del picado). Si el invierno es crudo el tiempo se reduce a 3 días para aprovechar el calor del material.

Si es verano la demora en disponer del material es de alrededor de 20 días (no había problema si por causas operativas la demora fuera un poco mayor). El tiempo en definitiva depende de la temperatura que registre el material: no debe ser mayor de 32° C ni menor a 15° C; la óptima es 20° C. Durante esta etapa se debe mezclar el material cada 5 días. No hace falta regar.

En síntesis, durante el invierno el proceso total de acondicionamiento del material dura alrededor de 15 días, mientras que en verano tarda un mes.

Control del pH y viabilidad.

El valor de pH del estiércol debe estar comprendido entre 6,5 y 7,5 siendo los valores óptimos 6,8 y 7,2. Para controlar el pH de una sustancia orgánica se puede utilizar papel de tornasol.

Para la prueba se toma una muestra de estiércol húmedo y se le introduce el papel de tornasol en el centro. Se deja reposar unos 30 segundos comprobándose que la tira ha cambiado de color. Se lo compara con una escala de colores donde cada uno responde a un grado distinto de pH.

El grado de acidez o alcalinidad se expresa mediante una escala que va de 0 a 14. Las sustancias cuyo pH está comprendido entre 0 y 7 se consideran ácidas, de 7 a 14 alcalinas y neutra cuando el valor es 7.

También existen aparatos llamados peachímetros que permiten medir directamente el pH. Basta con introducir una punta en el material y un indicador con una aguja permitirá hacer una lectura con regular exactitud.

Núcleos

Se denomina núcleo a los plántulos de lombrices que se inyectan en las cunas. Cada núcleo integrado por las lombrices y su sustrato tiene un volumen aproximado de 50 decímetros cúbicos (50 litros). Es muy difícil calcular cuántos individuos hay en cada núcleo (ya que contiene cocones y lombrices muy pequeñas) pero como referencia se podría hablar de unos 30.000 ejemplares.

Preparación de las cunas en primavera-verano

Para calcular aproximadamente la cantidad de material que se va a utilizar (en todas las estaciones) hay que multiplicar el volumen de la cuna por dos. Por ejemplo, una cuna de 1,80 por 3,60 por 0,30 (2 m³) requiere 4 m³ de material.

En verano no hace falta contar con la totalidad del material al iniciar la cuna, pero tampoco hay que descuidarse, porque el acondicionamiento del mismo lleva un mes.

Se distribuye dentro de la cuna una capa⁷ de 5 cm (no más) de material bien fermentado y se riega. Las lombrices no se colocan en ese momento ya que el material podría reaccionar debido a la manipulación y el riego.

Al día siguiente, por la tarde a última hora para reducir riesgos por calentamiento, se introducen los núcleos con las lombrices cubriéndolas con una malla de mediasombra (40%) para protegerlas del sol y de posibles depredadores. Se emplean de 10-12⁸ núcleos (unas 400.000 lombrices) por cuna de 1,80 por 3,60 lo que agrega otros 4-5 cm a la altura del material.

Antes de sembrar las lombrices es importante hacer *la prueba de supervivencia*. Para ello se utiliza una caja de madera con drenaje donde se coloca una capa del alimento que se utilizará en el lecho. Se riega y se colocan una 50 lombrices. Si al cabo de 24 horas las lombrices están en buen estado se puede continuar el proceso.

⁷ Anteriormente se colocaba pasto en el fondo de la cuna para brindarles a las lombrices una protección ante un eventual aumento de la temperatura. Esto no se hace necesario si se maneja bien el material. Además el pasto tarda en degradarse.

⁸ En la opinión lombricultores innovadores como Juan Carlos Magnano, un lecho de 1,80 por 3,60 m debiera iniciarse con 10-12 núcleos de lombrices y no con 5- 6 como se aconsejaba anteriormente. La razón es que ayuda al criador inexperto a habituarse a manejar desde el principio una matriz productiva: la cuna con una *población completa* (máxima) de lombrices.

Una vez por semana se agrega 3-4 cm de alimento. No se debe sobrepasar este límite. Si la temperatura se eleva demasiado no agregue agua ya que esta cierra los poros del material impidiendo que el calor se difunda. Tampoco revuelva el material ya que esto sólo avivará más la reacción. Solamente retire un poco del material superior (1,5-2 cm) y todo volverá a la normalidad.

A medida que se carga la cuna las lombrices irán ascendiendo para alimentarse, por lo tanto la pila irá bajando gradualmente sin que ocurran desbordes.

Todos los días hay que inspeccionar con un hierro en forma de “U” alargada para ver como reacciona el material y como se comportan las lombrices.

Suele ocurrir con las cunas de verano que se anticipa el frío y las lombrices se van al fondo aletargándose. En estos casos no sirve poner una capa de material más grueso, sino hacer un montículo para que levante la temperatura y las lombrices suban.

Riego

La cuna debe regarse con regularidad teniendo en cuenta la época del año. En Vita-Fértil en el período otoño-invierno se riega (siempre que no llueva) una o dos veces por semana (durante un minuto) y en verano todos los días (durante 40 segundos). La humedad más apropiada es la que está alrededor del 80% y la temperatura debería oscilar entre los 20-30° C (no debe superar los 32°C).

La humedad del medio es óptima cuando al apretar un puñado de material totalmente húmedo no caen gotas. Las lombrices pueden sobrevivir con menos humedad, pero disminuye su actividad. Una humedad superior al 85 % es perjudicial ya que se compactan los lechos y disminuye la aireación. Por otra parte los riegos excesivos arrastran las proteínas perdiendo el alimento parte de su valor nutricional.

Los microaspersores no son indicados para el riego debido a que no proporcionan un control suficiente sobre la cantidad de agua esparcida. Conviene regar en forma manual con un aspersor tipo ducha. La lluvia no afecta, salvo que se produzcan inundaciones.

Lo que interesa regar son los 10-15 cm superiores de la cuna ya que allí se encuentran la mayor parte de las lombrices alimentándose, pero no importa que un cm de la parte superior este seco.

La lluvia no afecta, salvo que se produzcan inundaciones.

Extracción de las lombrices

El ciclo de producción en la cuna es de 3 meses. Cuando falten de 15 a 7 días para realizar la cosecha se alimenta a las lombrices con un *sebo* para atraer al mayor número de las mismas a la superficie de la cuna y proceder a su extracción⁹. Una fórmula desarrollada por Juan Carlos Magnano, es mezclar el material con un 3% de grasa refinada rayada. También se puede emplear borra de café o melaza.

⁹ Anteriormente se dejaba de alimentar a las lombrices por unos días. Con el sebo esto se hace innecesario. Además se evita que las lombrices bajen a buscar comida con la consiguiente pérdida de tiempo en esperar que asciendan nuevamente

Para extraer las lombrices se coloca sobre la cuna entre 3 y 4 cm de sebo. Se moja y se lo cubre con la mediasombra. Al cabo de 72 horas se llenará de lombrices. Con una horquilla carbonera se sacan de 5 a 7 cm de la capa superior. Este material constituye un nuevo núcleo que se podrá usar para sembrar una nueva cuna.

Cosecha de humus

Una vez retirada la mayor parte de la población de lombrices de la cuna, se extrae el humus inmediatamente. Es importante tener presente que para que la actividad sea rentable las cunas deben manejarse como *unidades de producción de humus con un ciclo de tres meses*, al cabo del cual el lumbricompuesto es extraído rápidamente aunque no esté totalmente listo.

El proceso de homogenización se completa en tres o cuatro meses por acción de las bacterias, y de las lombrices que no fueron extraídas al realizar la cosecha. Este tiempo es demasiado breve para que eclosionen los cocones inmaduros y para permitir que la totalidad de las lombrices rezagadas puedan retirarse antes de pasar por el proceso de desterronado y tamizado del material. Las pérdidas pueden rondar el 20% o más. Estas pueden disminuir si se tiene la precaución de colocar junto a la pila de *post-elaboración* una franja de estiércol para atraer con su olor a las lombrices rezagadas.

La pila de post-elaboración se puede dejar a la intemperie durante algunos meses lo cual mejora progresivamente la calidad del producto. En un envase que deje entrar un poco de aire y con un 40 % de humedad, el humus mantiene sus cualidades durante muchos años.

Para tener sólo una referencia orientativa, por cada tonelada de alimento que se coloca en una cuna en el período productivo, se extrae media tonelada de humus en tres meses de actividad. En el *período de expansión* (ver más adelante) este resultado lleva más tiempo

Un metro cúbico de humus pesa unos 500 Kg Su peso específico es de 0,5-0,6. Si supera estos valores puede contener tierra (peso específico 1).

Preparación de las cunas en otoño-invierno

La lombriz roja no sufre normalmente ningún letargo invernal, aunque se reproducen con menor intensidad. Por este motivo sus necesidades de comida disminuyen un poco. Sin embargo, es necesario aumentar los aportes de materia orgánica (cuando la temperatura desciende a menos de 14° C) para mantener el calor de los lechos y por ende el del propio alimento, ya que las lombrices no comen cuando éste está muy frío.

El frío también disminuye la actividad de las lombrices y es necesario esperar más tiempo para que se produzca el humus. En la granja vita-Fértil se ha superado esta limitación porque se aprovecha la propia fermentación del alimento para producir calor. Esto se consigue con un acondicionamiento del estiércol más breve y un manejo de la pila de material llamada "estufa".

La estufa se logra incorporando en la cuna un volumen de material del doble y un sexto más. Se forma una pila que supera el borde de la cuna con forma de campana de Gaus o pico truncado. Esto no significa que no debamos agregarle un poco de material más adelante.

La inseminación de lombrices se hace en la meseta. Allí la fermentación es más enérgica que en las laderas, mientras que en la parte inferior hace más calor que en la superficie. Esto permite una variedad de temperaturas a las que se irán acomodando los gusanos. A diferencia de las cunas de verano, aquí el ingreso de las lombrices es de la parte superior a la inferior de la cuna.

Las lombrices se desplazarán por los primeros centímetros del material ingiriendo micropartículas de proteínas que vienen con el estiércol cuando aun está fresco.

Al mes se levanta el material de los extremos de la cuna (dejando un montículo en el centro) para favorecer la reacción del material.

A los tres meses se desparrama todo el material y se agrega alimento con un poco de sebo extra para que suban las lombrices (por el alimento y el calor). Esto ocurre en una semana aproximadamente.

La técnica para la cosecha de lombrices y humus y la post-elaboración del mismo es similar al período primavera verano.

Períodos de expansión y de producción

En la cría comercial de lombrices californianas hay dos etapas bien definidos: la de *expansión* en la que se busca favorecer la multiplicación de las lombrices para ampliar los planteles para alcanzar las dimensiones deseadas para el criadero y la de *producción* propiamente dicha cuando, una vez alcanzada el tamaño óptimo para la explotación, las cunas se inseminan con el máximo de lombrices buscando incrementar la producción de humus antes que el de la población de animales.

período de expansión

A los 3 meses de poner en marcha la actividad se hace la cosecha de las lombrices y luego de extraer el humus de las cunas se puede proceder a su *multiplicación*. Esto consiste en emplear las lombrices extraídas para iniciar un número mayor de cunas. Si una cuna se divide en dos llevará el doble de tiempo para lograr los mismos resultados obtenidos con una población completa. El cálculo es fácil de realizar: si se tienen 6 cunas y se las lleva a 8 (30% de aumento) el tiempo de elaboración se incrementará un 30%.

Otra relación que se debe tener en cuenta es que cuando una cuna está con dotación completa (etapa productiva) no se da un aumento importante de la población al cabo de los tres meses. La explicación es que los gusanos no cuentan con el espacio suficiente para reproducirse con toda su capacidad.

Si en este momento se hace una división de lombrices las cunas resultantes contarán con menos lombrices que en la cuna inicial. Esto trae dos consecuencias:

1. Ahora se cuenta con más espacio para que se reproduzcan las lombrices, aunque el proceso llevará más tiempo.

2. Habrá menos requerimientos alimentarios (por lo tanto la comida se suministrará con menos frecuencia (Por ejemplo cada 10- 12 días según el porcentaje de expansión y la observación de la evolución de cada cuna).

Se van repitiendo las expansiones hasta alcanzar el tamaño óptimo del criadero. Es conveniente manejarse con porcentajes de expansión bajos. Los esquemas de multiplicación de cunas de tipo aritmético: 1, 2, 4, 8 no responden a la curva de crecimiento real de las poblaciones de lumbrícidos haciendo que el lumbricultor deba cuidar una mayor cantidad de cunas con menor resultado.

Período de producción

Una vez que la granja ha alcanzado la dimensión planificada, cada cuna estará casi siempre con su población completa de lombrices ya que se tiende a tener el máximo de lombrices produciendo humus. Cada cuna (de 1,80 por 3,60 mt) se iniciará con 10 núcleos y la cosecha se realiza a los 3 meses. Al cabo de este tiempo se extrae el humus para pasar rápidamente un nuevo ciclo.

En la etapa productiva el incremento en la población de animales no será tan pronunciado como en el período de expansión, ya que los planteles no cuentan con tanto espacio ni tiempo para reproducirse. Aún así, progresivamente comenzará a haber un remanente de gusanos que se puede vender a nuevos productores o destinar a la fabricación de alimentos para otros animales (rana, peces, aves etc.).

Instalación de una granja de lombricultura comercial

En los últimos años muchos agricultores han estado experimentando exitosamente el uso de lombricompost. Al principio fueron sólo algunos pioneros de la agricultura orgánica, pero hoy se han sumado muchos floricultores, horticultores y fruticultores atraídos, más por el aumento de la producción y el ahorro en fertilizantes, que por sus convicciones ambientales.

Todo esto ha incrementado la demanda y está alentando a la instalación de nuevas granjas de lombricultura. Si se tiene en cuenta que el mercado de fertilizantes químicos mueve miles de millones de dólares en todo el mundo y que la lombricultura y sus derivados, le están quitando terreno año tras año, se comprenderá que las perspectivas económicas para lombricultores con visión empresaria resultan muy atractivas.

Pero hay otras posibilidades no menos interesantes. Como veíamos en el capítulo sobre la legitimidad de la agricultura orgánica, los agroquímicos dañan el suelo pero no tienen ninguna propuesta para su recuperación orgánica. La lombricultura ofrece una alternativa para revitalizar suelos empobrecidos especialmente en invernaderos y pequeñas granjas cuyas tierras y productos se están depreciando a consecuencia del abuso de biocidas y fertilizantes sintéticos.

El siguiente cálculo de inversión es en parte empírico y en parte fruto de algunos cálculos aritméticos. Por lo tanto tiene lo mejor y lo peor de cada una de estas aproximaciones.

Los resultados concretos pueden discrepar con los números proyectados. Se introducen tan frecuentemente errores que luego se transmiten y magnifican como virus, se induce tanto al entusiasmo ingenuo como a un escepticismo no menos peligroso, que recomiendo (aprovechando la interactividad del ciberespacio) tomar esta información como un punto de partida para algún debate e interminables correcciones.

Los valores están expresados en pesos de la República Argentina, que en teoría tienen una paridad con el dólar.

Inversión inicial

Terreno:

Para iniciar una explotación con futuro comercial se requiere de un terreno no menor de una hectárea, de lo contrario se hace muy incomodo el laboreo. Debe estar cercado y poseer agua de red o de pozo no salobre. El terreno debe estar ubicado en un lugar accesible a los camiones que transportarán la materia prima y retiraran el humus elaborado.

Hay que tener en cuenta que un 50% de la superficie del terreno se destina a los lechos y caminos y la otra mitad al almacenamiento del estiércol, el humus sin desterronar y los galpones destinados al envasado y almacenamiento.

Árboles y calles:

Los Árboles se colocan en medio de la hilera de cunas (a 1,20 m de cada una) las calles debieran tener no menos de 4 metros de ancho para que camiones y tractores puedan maniobrar sin problemas. Cada hilera tiene 9 cunas (30 m). Un largo mayor complica las labores.

Máquinas y herramientas:

Las herramientas no son standard. Las fabrica Vita-Fértil bajo pedido.

- *Picadora* para moler la materia prima (estiércol y fibra) = \$ 500
- *Desterronadora* para desmenuzar el humus en bruto. = \$ 500.
- *Zaranda motorizada* (chica) de malla removible con diferentes aberturas (6, 7 y 8 mm) para usar con los distintos grados de humedad del material y evitar empastes. Le otorga al humus (previamente oreado y desterronado) una granulometría más fina que favorece su aplicación a los cultivos y le agrega valor comercial. = \$600.
- *Selladora de bolsas de polietileno* = \$200.
- *2 Carretillas* para el transporte de estiércol a las cunas y para extraer el lombricompuesto (hasta adquirir una pala mecánica) = \$100.
- *2 rastrillos* de puntas largas y redondeadas para remover el estiércol (o la materia orgánica que se utilice) durante la etapa de compostaje llamada también fase térmica o de degradación = \$30.
- *2 horquillas* de mango largo 4 puntas redondeadas (para no lastimar a las lombrices) para suministrar la comida a las cunas = \$ 30
- *2 horquillas tipo carbonera* de 15 dientes para extraer las lombrices. = \$140
- *2 palas anchas* = \$40
- *Manguera para riego* de $\frac{3}{4}$ (25 mt) = \$ 25.
- *Una pala mecánica* es imprescindible cuando se llega al segundo o tercer año del desarrollo sostenido de una granja. Realiza el trabajo de dos operarios. Costo (usada) = \$ 10.000

Cobertura para el piso de las cunas:

El piso de las cunas no requiere una cobertura de polietileno como se recomienda a menudo, pero cuando se emplean palas mecánica es útil que las hileras de cunas tengan un piso de hormigón. Este debe ser un poco más ancho y más largo que la cuna (para una cuna de 1,80 por 3,60 m debería ser de 2 por 4 m) y estar a nivel (aunque el terreno tenga una leve pendiente)

Otro dato a tener en cuenta es fabricar un marco para estandarizar la construcción de las plateas. Costo del contrapiso = \$ 40

Cobertura para la parte superior de las cunas:

- *1 rollo de media sombra* de 5m de ancho (100 m de largo) Se coloca sobre la cuna para brindar protección contra depredadores y conservar la humedad = \$ 40.
- *Tableros* de 30 cm de ancho de chapa, madera (no es conveniente de ladrillos ya que no se pueden movilizar) = \$ 40
- *Galpón* En él se llevan a cabo las tareas finales de desterronado del humus en bruto y su zarandeado y embolsado posterior. Un galpón de 20 de ancho (300 m²) permite trabajar en los dos laterales dejando un espacio para circular en el centro. Un ancho menor implica trabajar en un solo lado y por ende el largo será mayor.

Lombrices:

- Para un terreno de 10.000 m², deseándose llegar a instalar la totalidad de las cunas y a la ocupación máxima del terreno (unos 5.000 m² de cunas sin incluir caminos) en un año, se puede comenzar con dos cunas (de 1,80 por 3,60 m) que se iniciarán con 20 núcleos (de unas 15.000 lombrices visibles cada uno) = \$ 1200-1400 (IVA incluido). A este valor hay que agregar los gastos de transporte.

Costos fijos

- Por lo general, la materia prima (estiércol proveniente de tambos, mataderos, criaderos de cerdos, granjas avícolas, desechos vegetales) es gratuita, se obtiene por canje o su recolección implica un costo para la fuente proveedora. El mayor gasto es el transporte. Si se produce en la propia granja el costo será casi cero con el consiguiente ahorro en servicios de recolección de desechos. Un camión que puede transportar unos 6-8 m³ de estiércol tiene un costo de 50 a 100 pesos por viaje.

Personal:

- El personal necesario para mantener una granja comercial es un empleado fijo y un jornalero para las actividades de armado de cuna y cosechas

Otros gastos

Registros, inscripciones y análisis:

- Cuando se ha tomado la decisión de instalar una granja comercial es conveniente tener una asesoría técnica, por lo general un ingeniero agrónomo. El registro de la empresa como elaboradora, fraccionadora y distribuidora de enmiendas orgánicas y la inscripción de tres productos, pueden costar unos 1.200 pesos. En el Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV) cuya sede se encuentra en la prolongación de Av. Belgrano, dique 2, lado oeste, 1º piso Área Registros. Teléfono 4312-4015/4050, se paga un arancel de 380 pesos el

primer año y un poco menos los siguientes. Además cada año se abona unos 200 pesos por la empresa.

- El registro de marca cuesta \$ 100 si el trámite lo realiza el interesado (es muy sencillo, solo hay que llenar algunas planillas).
- El SENASA exige realizar un análisis oficial del producto:
Análisis de fertilidad.
Análisis microbiológicos.
Análisis de parasitoides (vermes, helmintos, tenias)
Análisis de microelementos.
Si la materia prima está estandarizada los análisis se hacen una sola vez y cuestan unos 150 pesos.

Envases:

- El lumbricompuesto se vende por lo general en envases de 1, 5, y 60 dm³. Su costo es aproximadamente el 1% del precio mayorista del producto. Por ejemplo: 5.000 bolsas de 5 dm³ (5 litros) c/u cuestan \$ 0,2 c/u = \$ 1.000.

Rentabilidad

- La rentabilidad de la explotación es aproximadamente del 100%, es decir que si en un año hay un ingreso bruto de 20.000 pesos, unos 10.000 serán de gastos.
- La tasa de retorno de la inversión (sin considerar el lote de terreno) es de un año.
- Al calcular la inversión se debe tener en cuenta el incremento gradual de los costos debido a la expansión del negocio(aumento de los volúmenes de materia prima, mano de obra, etc.).

Mercado:

- Los posibles compradores son productores bajo cubierta (principalmente horticultores), casas de agroquímicos, viveristas y sumillerías.

Para tener una idea del precio del humus, los valores a escala mayorista (sin IVA) son:

Envase de 1,3dm³ = \$ 0,75
Envase de 5 dm³ = \$ 1,75
Bolsa de 60 dm³ = \$ 9
Tonelada (1,8 m³) = \$ 270

- El producto se puede exportar a buen precio, pero por lo general los pedidos son de un volumen mayor a la capacidad de un lumbricultor mediano.

Glosario

Ácidos húmicos

Productos de la descomposición del estiércol y la materia orgánica del suelo. Se solubilizan en los medios alcalinos y precipitan en presencia de ácidos.

Anélidos

Los Anélidos comprenden unas 8.700 especies. Están provistos de un celoma destacado, un cuerpo blando y segmentado y unas estructuras en forma de púas (quetas) que utilizan para deslizarse. Este grupo incluye a las **lombrices de tierra** (clase Oligoquetos), las **sanguijuelas** (clase Hirudíneos), y la clase menos conocida, los gusanos con púas (clase Poliquetos).

Estiércol

Desecho animal utilizado como **abono**. Aporta importantes nutrientes al **suelo**. Sin embargo, es deficiente en tres de los más importantes: **nitrógeno**, **fósforo** y **potasio**.

Actinomicetos

Género de bacterias, generalmente patógenas e inmóviles con ramificaciones filamentosas.

Agamia

Llamada también multiplicación vegetativa, es la producción de individuos idénticos sin meiosis ni singamia. En agricultura existen tres formas tradicionales: *estaca*, *acodo* e *injerto*.

Aminas

Compuestos nitrogenados básicos que se presentan en los seres vivos formando parte de los aminoácidos.

Aminoácidos

En la naturaleza existen un poco más de 20 tipos de aminoácidos, que en los seres vivos se unen mediante enlaces peptídicos formando las proteínas.

Bacterias

Organismos microscópicos unicelulares sin núcleo celular diferenciado, pero con cromatina. Se desarrollan en cualquier parte donde encuentren un sustrato que les aporte energía. Algunas se

desarrollan en presencia de aire (aerobiosis) otras solo prosperan sin oxígeno (anaerobiosis). En agricultura tienen gran importancia las que descomponen la materia orgánica, las nitrificantes, las formadoras de nitratos y nitritos, las sintetizadoras de azufre y las desdobladoras del hidróxido de hierro entre otras.

Celulosa

Del latín, *cellula*, 'celda pequeña', **hidrato de carbono** complejo; es el componente principal de la pared de todas las **células** vegetales. En las plantas, la celulosa suele aparecer combinada con sustancias leñosas, grasas o gomosas. Salvo algunos insectos, ningún animal tiene en los tejidos verdadera celulosa. Los microorganismos del aparato digestivo de los herbívoros descomponen la celulosa en compuestos absorbibles. La celulosa es insoluble en todos los disolventes comunes y se separa fácilmente de los demás componentes de las plantas.

Celoma

Cavidad de origen mesodérmico provista de un revestimiento epitelial que poseen muchos animales metazoos. El celoma de las lombrices se llama metamérico (ver metámero) porque está compuesto por muchos compartimentos separados por tabiques.

Clitelo

Zona anular cercana a los orificios sexuales en los anélidos oliquetos.

Clorosis

Amarillamiento de las hojas de los vegetales causada por carencia de hierro, bajas temperaturas, virus.

Coloides

Partículas diminutas que se forman como producto de la meteorización física y química de los minerales. Las plantas obtienen nutrientes de los **coloides** del suelo gracias a un tipo de reacción química conocida como intercambio de bases. En esta reacción un compuesto cambia al sustituir uno de sus elementos por otro. Así, los elementos que estaban ligados a un compuesto pueden quedar libres en la solución del suelo y estar disponibles como nutrientes para las plantas.

Descomposición

Acción de bacterias y hongos microscópicos sobre la materia orgánica. Estos microorganismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos reduciéndola a formas más simples que pueden ser asimiladas por las plantas. Por ejemplo hay bacterias que forman amoníaco a partir de proteínas animales y vegetales y otras que oxidan el amoníaco para formar nitritos, mientras que otro grupo de bacterias actúa sobre los nitritos para constituir nitratos, un tipo de compuesto del nitrógeno que puede ser utilizado por las plantas.

Diatomeas

Grupo de algas unicelulares pardas y microscópicas. Sus fósiles se utilizan como insecticida de contacto.

Enzima

Catalizador orgánico producido por el propio organismo que favorecen las reacciones metabólicas haciendo disminuir la cantidad de energía necesaria. Las enzimas son los instrumentos que utilizan los genes para dirigir el metabolismo celular.

Estructura de la tierra

Es la agrupación de los granos individuales del suelo de manera que puede resistir cierto grado de disgregación debido a fuerzas externas. La materia orgánica contribuye al mejoramiento de las características físicas del suelo, porque entre otras cosas, ayuda a unir las partículas finas y a romper grandes masas de la misma, proporcionando una estructura grumosa.

Fijación biológica de nitrógeno

Entre los microorganismos del suelo que realizan la fijación de nitrógeno, los más utilizados y productivos son las **bacterias** simbióticas del género *Rhizobium* que colonizan y forman nódulos en las raíces de las **leguminosas** como el trébol, la alfalfa, o el poroto. Las bacterias obtienen alimento de la planta y ésta a cambio, recibe compuestos nitrogenados en abundancia. A veces se inoculan en el suelo determinadas especies de *Rhizobium* para incrementar las cosechas de leguminosas. Éstas se cultivan, en muchos casos, para que aporten a la tierra el nitrógeno que han agotado otras cosechas.

Hifas

Filamentos del micelio, aparato digestivo de los hongos.

Humus

Materia orgánica del **suelo**. El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco.

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus afecta también a las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención de la humedad. El desarrollo ideal de los cultivos, por ejemplo, depende en gran medida del contenido en humus del suelo.

Larva

Estado embrionario de un insecto comprendido entre en huevo y el adulto. A veces una especie presenta varios estados larvales consecutivos.

Lignina

Sustancia amorfa que unida a la celulosa constituye el tejido leñoso. Constituye el 20-30 % de la madera y contribuye a su protección.

Mantillo

Tierra de origen vegetal rica en materia orgánica formada por la descomposición de hojas, tallos, etc. Absorbe las sustancias fertilizantes y conserva el calor y la humedad.

Metámeros

Cada una de los somitos segmentos en que se divide el cuerpo de animales metaméricos como los lumbrícidos.

Micorrizas

Simbiosis entre la raíz de una planta y las hifas de determinados hongos. Es más frecuente en los suelos ricos en humus. La asociación resulta beneficiosa para las dos partes y a veces es tan estrecha que algunos árboles no son capaces de vivir independientemente.

Nefridios

Cada uno de los órganos de secreción de ciertos animales como los rotíferos, braquiópodos, vermes, etc. que comunican la cavidad general del cuerpo con el exterior.

Nomadismo

Estado social de algunos pueblos que consiste en cambiar con frecuencia su lugar de residencia.

Nematodo

Gusano microscópico que parasita en el interior de las plantas produciendo una variedad de síntomas como enanismo y deformidades.

Oligoquetos

Clase de gusanos anélidos caracterizados por tener pocos pelos por segmento y carecer de parapodios. Presentan el cuerpo con segmentación bien visible, pero con la región cefálica poco evidente y sin apéndices. Son hermafroditos con pocas gónadas anteriores y con clitelo. Comprenden cerca de 2.500 especies.

Oxidante

Sustancias que tienen tendencia a reducirse oxidando así a otras sustancias.

pH

Nombre de la escala que controla los valores de acidez o alcalinidad de sólidos o líquidos. Sus valores van de 0 a 14. Para el caso del suelo se considera como neutro un valor de 7, mientras que por debajo del valor corresponde a una tierra ácida y por encima a una alcalina. Un salto de un punto en la escala indica una diferencia diez veces superior.

Proteína

Nombre que recibe cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos constituidos por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos; forman los organismos vivos y son esenciales para su funcionamiento. Son los ingredientes principales de las células y suponen más del 50% del peso seco de los animales. El término 'proteína' deriva del griego *proteios*, que significa primero.

Pulgones

Nombre vulgar de diversas especies de homópteros esternorrincos de la familia afidoideos. Se alimentan de la savia de las plantas. Segregan una melaza pegajosa sobre la que crecen hongos (negrilla) disminuyendo la luz que llega a las hojas. También pueden transmitir enfermedades virósicas a las plantas.

Suelo

Agregado de minerales y de partículas orgánicas producido por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

En las regiones húmedas, la fracción orgánica representa entre el 2 y el 5% del suelo superficial, siendo menos del 0.5% en suelos áridos o más del 95% en suelos de turba.

Textura de suelo

Grosor o finura de las partículas y la proporción de cada uno de los grupos de agregados que constituye el suelo.

Bibliografía

Julian Huxley, H.D.B. Kettlewell, *Darwin*, Salvat, Barcelona, 1884.

Marcel Bouché, *Los gusanos de tierra*, Revista Mundo Científico, volumen 4, número 40, Editorial Fontalba, Valencia 1984.

Carlos Ferruzzi, *Manual de Lumbricultura*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1987.

Américo C. Meinicke, *Las Lombrices*, Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, 1988.

José Artigas García, *La Alimentación Biológica*, Plaza & Janés, Barcelona, 1986.

Kim Gagliardi, *La Cría Intensiva de Lombrices*, Buenos Aires, Edición del autor.

Emilio Mirabelli, *Apunte de la Cátedra de Zoología Aplicada*, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Ana Primavesi, Manejo Ecológico del Suelo, El Ateneo, Buenos Aires, 1982.

Juan Carlos Magnano y Oscar Gómez, Curso de lumbricultura, Vitafétil, Argentina, 1999.

Diccionario de biología, Ediciones Generales Anaya, Madrid, 1885.

Diccionarios Rioduero, Ediciones Rioduero, Madrid, 1974.

Glosario de recursos naturales, Jesús Gutiérrez Roa y otros, Limusa, México, 1983.

La edafología, Georges Aubert / Jean Boulaine, Ediciones Orbis, Barcelona, 1986.

Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz roja californiana, Adrián Bravo, 1996.

La crianza de la lombriz roja, José Luis Fuentes Yagüe, Servicio de Extensión Agraria, Madrid.

Jennyn Ricardo Legall Meléndez Luis Elías Dicovski Rioboó Zoyla Iris Valenzuela Castellón, Manual básico de lumbricultura para condiciones tropicales, Nicaragua Email: luisdi@ibw.com.ni

Alberto González, comunicación personal, Costa Rica, shelecho@sol.racsa.com.cr