

Series:
Comunicaciones Técnicas
ISSN 1667-4006

COMUNICACIÓN TÉCNICA N°90
AGENCIAS DE EXTENSIÓN RURAL
AER El Bolsón

Lombricultura en 3 simples fases
Compostaje, lombricomposta y humificación

**M. Schuldt, E. Pareja, N. Castrillo, A. Butto y A.
Cardozo**

2021

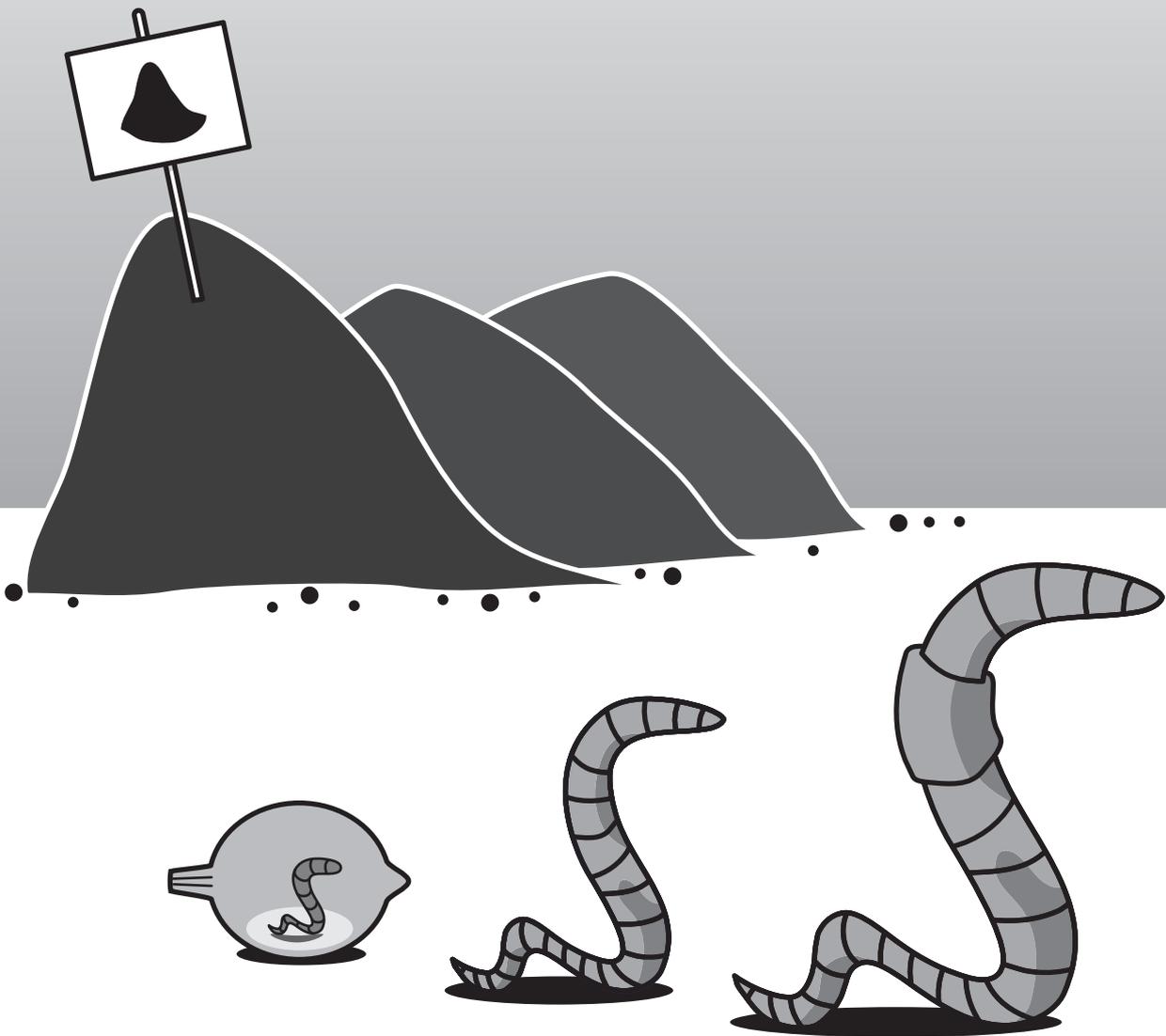
■ **Ediciones**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Patagonia Norte
Estación Experimental Agropecuaria Bariloche. "Dr. Grenville Morris"
eeabariloche.cd@inta.gob.ar



Compostaje, Lombricomposta y Humificación

Lombricultura en 3 simples fases



M. Schuldt, E. Pareja , N. Castrillo, A. Butto y A. Cardozo

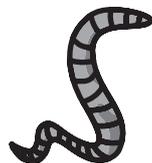


Lombricultura 2021

En 3 simples fases

(compostaje, lombricomposta y humificación)
...y un poco más.

M. Schuldt¹, E. Pareja², N. Castrillo², A. Butto² y A. Cardozo³



1 Conicet, AER INTA El Bolsón.

2 Asociación de Productores El Bolsón/Prov. R. Negro.

3 AER INTA El Bolsón.

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste electrónico, químico, mecánico, óptico de grabación o de fotocopia, sin la previa autorización escrita por parte del autor.

El Bolsón, Argentina, 2021.

Derechos exclusivos de edición reservados para todo el mundo.

Autores: **Schuldt y otros**
Tel: +54 9 294 4100805
miguel_schuldt@hotmail.com

Diseño: Schuldt Sebastián Javier, Fac. Bellas Artes, U.N.L.P.
Tel: +54 221 154186490
sebastianschuldt@gmail.com

Introducción.

El presente trabajo tiene por objeto simplificar los procesos de reconversión de la materia orgánica sometida al lombricompostaje, sin dejar de lado el abanico de posibilidades de aplicación de diversas estrategias de manejo de las poblaciones de lombrices “rojas” (mal llamadas Californianas) y principalmente atendiendo a las necesidades/posibilidades de aplicación para cada modalidad de conducción de las lombrices y centrado en la economía de mano de obra para atender al lombricultivo de *Eisenia fetida* y *Eisenia andrei*.

Con esta contribución se pretende delinear un ayudante práctico apuntando a la autosuficiencia del lombricultor que se inicia y deseé agregar valor al desperdicio que poseé para convertirlo en un abono de excelencia.

Esta guía responde a necesidades detectadas en alumnos de nuestros cursos y capacitaciones, tanto presenciales como a distancia. La guía resulta, en buena medida, de actividades en curso en Colonia Cushamen y Fofo Cahuel (Chubut), que se integran con la apicultura regional y el manejo en torno a diversos cultivos (forrajes) y producciones (caprinos en particular) con miras a la autosuficiencia productiva, incluso con proyecciones en lo comercial (v.gr. lacto-quesero).

Las cuestiones básicas y generales que se tratan en esta guía se complementan con un anexo que permite acercar al lector a detalles útiles en torno a los fines propuestos. Quién desee avanzar en aspectos teórico-prácticos de la actividad cuenta además con 2 libros de integrantes del grupo de trabajo: Lombricultura fácil (2da. edición, actualizada y ampliada, 2021). y Lombricultura, teoría y práctica (2006).

Consideraciones preliminares.

Las lombrices se cultivan en camas (su medio y alimento) que, generalmente, se disponen directamente sobre el suelo. Estas camas son los denominados **lechos**. La sucesión de lechos constituye un **sector de cultivo**. Los sectores requieren una **cobertura** para que los proteja frente a predadores (aves), situaciones bioclimáticas inusuales o adversas (lluvias intensas, evaporación, excesos térmicos, malezas y fugas indeseadas de las lombrices). La cobertura puede colocarse antes de la inseminación de los sectores con lombrices, siendo esto deseable por la protección que brinda su colocación a los organismos desmenuzadores (principalmente artrópodos de la corriente alimentaria del detrito), acompañando así todas las etapas del proceso. Empero, su colocación no puede obviarse inmediatamente antes de proceder a la inseminación de los lechos ya compostados (figs. 1 y 2)



FIGURA 1. Sector de cultivo de *E. fetida*. Cobertura de los lechos con red semisombra del 50% y pasto seco.

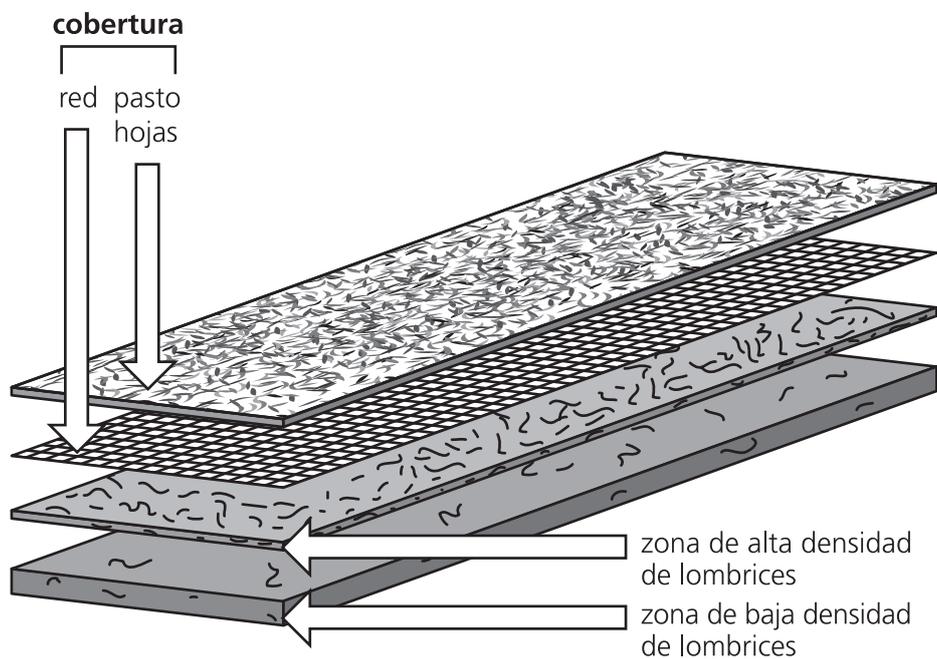


FIGURA 2. La cobertura. Relaciona el cultivo con el medio. Ésta disposición típica puede invertirse superponiendo la red por encima del pasto (aconsejable en zonas muy lluviosas o en cualquier circunstancia que lleve a la permanencia de las lombrices en superficie y la presencia de predadores).

Los cálculos referidos a cantidad de lombrices presentes, estructura de la población de lombrices (frecuencia de las puestas, número de cocones o puestas, juveniles, subadultas y adultas) se refieren considerando al lecho como unidad de superficie de 1 m x 2 m. El que cada lecho tenga

un ancho de 2 m es tradición y se relaciona con la extensión del largo del brazo de c/u de nosotros para operar en diversas tareas de mantenimiento (desmalezado, alimentación, etc.). Ello no quita el que sean más o menos anchos, como es frecuente en los lombricultivos domésticos, ya sea en cajoneras o toneles, utilizados para procesar los residuos orgánicos del hogar.

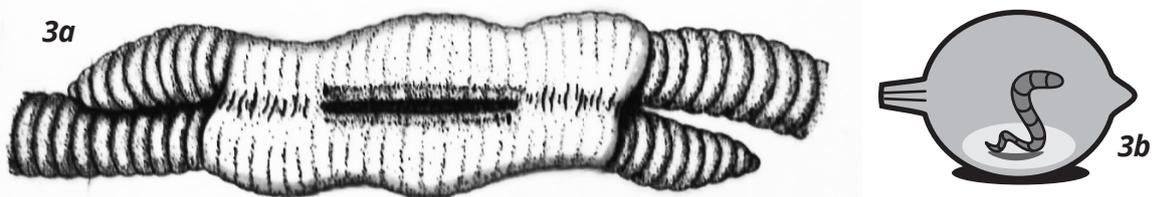
El listado de los materiales orgánicos (MO) a utilizar de distintos orígenes es expuesto en el Anexo (tabla I). Allí se los relaciona con su contenido en nitrógeno y carbono (C/N). Valores que nos orientan en cuanto a si son factibles de utilización para el compostaje directamente o si se requiere algún tipo de mezcla o enmienda con otra MO ya que, para optimizar el proceso, importa que la relación este comprendida entre 25/1 a 40/1 (no más de 50/1). Cuando es necesario efectuar mezclas se las debe compostar juntas (ya mezcladas).

Cómo efectuar las combinaciones es sencillo. A modo de ejemplo podemos combinar un material rico en N como el estiércol de cerdos con hojas secas (**Anexo: Tabla II**).

Las lombrices y su ciclo vital.

Eisenia fetida y *E. andrei* son dos especies provenientes de Eurasia y llegaron a todos los continentes, probablemente de la mano del hombre, asociada al traslado de vegetales. Son, sin dudar, el “caballito de batalla” de la lombricultura. Son lombrices epigeas (viven sobre la tierra), en la hojarasca, en el mantillo y solo en situaciones ambientales adversas (falta de agua, extremos térmicos) ingresan a las capas superiores del suelo. Ambas se hallan en estado salvaje en nuestro país, predominado en el centro (ej. Prov. Bs. Aires) *E. andrei*, mientras que en Patagonia predomina *E. fetida*. Se pueden obtener por trampeo, el que se implementa, dejando en zonas de mucha hojarasca una bolsa red –sirven las que habían contenido cebollas- con estiércol de caballo/vaca fresco, regándolas (incluyendo el entorno) diariamente de 10 a 15 días. Conviene disponer (para cubrir las) de abundante material seco (hojas, tallos finos). A las dos semanas, llevar la bolsa red donde iniciará el cultivo y depositarla sobre el medio preparado con anterioridad para albergarlas. Por sí mismas saldrán de la bolsa colonizándolo. Acompañar con riego (véase más abajo P5L: Monitoreo de aspectos cuantitativos de los sustratos con lombrices a lo largo del cultivo).

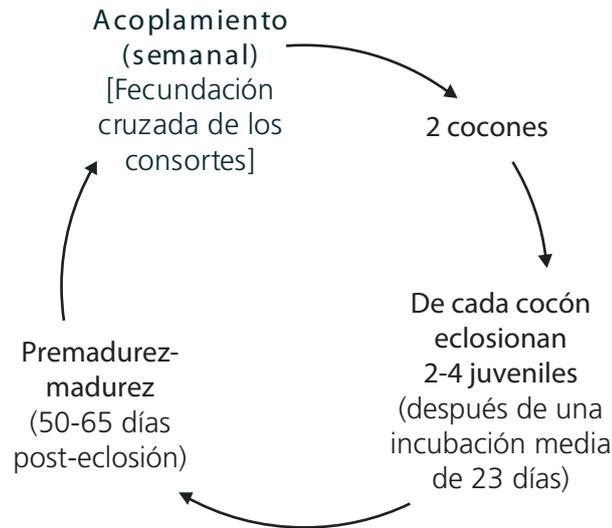
Las lombrices adultas miden de 2,5 a 6 cm (o poco más). Son hermafroditas y al copular semanalmente de 1 a 2,3 veces se adhieren enfrentadas (en el tercio anterior de cada una de ellas), de modo que los engrosamientos anulares (el clitelo) de cada una de ellas, proporcionara las secreciones para nutrir y contener (envolver) los huevos/embriones en el capullo (cocón), de poco más de 3 mm, que alberga la puesta (fig. 3 ab).



Eisenia fetida copulando (vista anterior), con anillos mucosos producidos por ambos clitelos (Según Füller). Diámetro c/u: 3-5 mm (**3a**) y cocón producido + - 3mm (**3b**).

Cada animal adulto aporta sus propios óvulos que, son fecundados con espermatozoides del consorte. Obviamente, cada cópula produce dos cocones albergando, generalmente, cada uno de ellos de 2 a 4 lombricitas (no más de 9). La incubación en el cocón suele abarcar a 25°C 23 días,

tras la cual lo abandonan unas lombricitas (juveniles). Son transparentes, pudiendo apreciarse el contenido del tubo digestivo (línea oscura conspicua del intestino). Al cabo de 10 días la pigmentación oculta al digestivo, con lo que arribamos a los animales subadultos, los cuales al cabo de 40 a 55 días desarrollan el clitelo, con lo cual inician la vida adulta (talla: 2,5 a 3,0 cm). Viven en condiciones de laboratorio 4,5 años y poco mas de 1 año en temperie (no 16 años como se lee en algunos textos) (Fig. 4).



Los principales factores limitantes para el desarrollo se relacionan con la temperatura (óptimo 15-25° C, no sobreviven con temperaturas superiores a 42° C ni inferiores a 0° C), acidez / alcalinidad: ingresa y se desarrolla en medios cuyo pH oscila entre 5 y 9, humedad: sobrevive, sin actividad, en medios con tenores bajos -30-40%- siendo el óptimo 85-95%, tolerando por horas -eventualmente días- un encharcamiento del cultivo, que debe evitarse, alimento suficiente y adecuado (MO joven: desde fresca hasta compostada durante 45-60 días, en proceso aeróbico -en lo posible no fermentada- estibada en pila baja, salvo MO con riesgo biológico -no más de 50 cm de altura, humedad próxima al 70%).

Un manejo de los lombricultivos en el marco de los parámetros mencionados, permite optimizar las densidades de siembra (2.000 a 10.000 lombrices/Lecho -lecho: 2m² de cultivo), reducidas así a solo un décimo de las recomendadas hace más de una década (incluso experiencias con inseminaciones de sólo 1.400 lombrices/L resultan exitosas -Schuldt, 2008). Asimismo, investigación y experimentación sobre dietas (significativo para los semilleros) permiten mantener ahora poblaciones con mayor grado de apiñamiento, extendiendo los valores conocidos de 80.000 -120.000 lombrices/Lecho hasta guarismos cercanos a las 300.000 lombrices/Lecho (Schuldt, y otros, 1998, 1999, 2012) (Fig. 5)

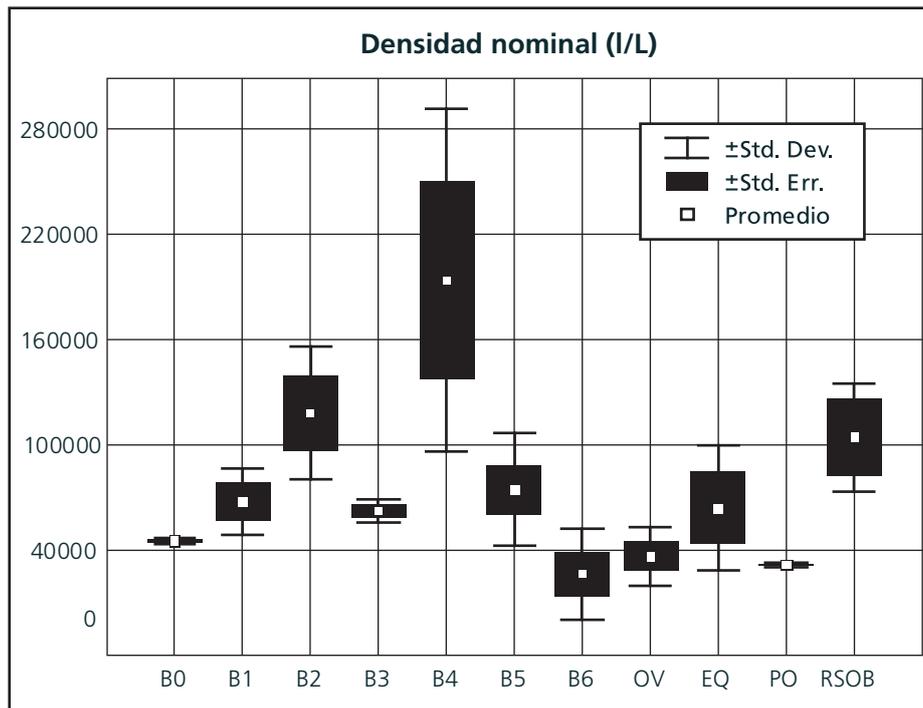


FIGURA 5. Cantidad de lombrices (lombrices/lecho) que admiten distintas dietas. B0 a B3: estiércol bovino de pastura; B4 a B6: estiércol bovino de engorde a corral; OV: estiércol ovino; EQ: estiércol equino; PO: "Cama" de pollos parrilleros; RSOB: fracción biodegradable de residuos sólidos urbanos.

La lombricultura.

Clásicamente, comprende 3 fases: una de **compostaje** previa a la introducción de las lombrices (**A**), otra de **lombricompostaje** que se inicia con la siembra del sustrato compostado con lombrices (**B**) y finalmente, tras el despoblamiento de las lombrices del medio, se inicia la fase de **maduración / humificación** cuyo producto final es el **humus de lombríz** (**C**).

A) EL COMPOSTAJE

Se requiere para compostar el armado de una pila con el material orgánico (MO) a tratar/reconvertir en abono (humus). Esta etapa es crítica y determina mayormente la calidad del abono a obtener. La finalidad del proceso es disminuir la carga de microorganismos patógenos que albergan los estiércoles y que constituyen la base del futuro alimento de las lombrices.

Compostar implica un proceso que requiere una humectación adecuada, sea aeróbico (oxigenado) y **pasteurizante (calor)**. Para que el mismo sea aeróbico es importante dosificar el riego ya que el encharcamiento desplaza al aire de la MO. Lo apropiado es una humedad en torno al 70%. Se determina con la **prueba del puño**: al apretar con la mano un puñado del material utilizado, debe apenas liberar con dificultad alguna gota de agua. Humectación a mantener durante toda la fase de compostación que dura al menos 6 semanas. Para MO con elevado tenor de Nitrógeno puede extenderse aún varias semanas más (estiércoles de cerdos y aves). La pasteurización se logra con calor. El calor es función de la altura de la pila. Una altura mayor a los 60 cm provoca picos térmicos superando los 70°C que forma cenizas con el tiempo y son indeseables, significando una pérdida de los componentes orgánicos que lo distinguen. Los nutrientes minerales se conservan. El compostaje en pila alta requiere volteo cada 2 o 3 días. Es una tarea que se puede evitar

bajando la altura de la pila ya que, para la pasteurización, basta mantener al menos durante 10 días una temperatura media de 45°C y requiere una altura de pila en torno a 50- 55 cm. Con solo mantener la humectación hasta completar el ciclo restante de composta, al descender naturalmente la temperatura, la pila es gradualmente invadida por los organismos desmenuzadores que disminuyen el tamaño de los materiales y son principalmente artrópodos (bichos bolita, insectos minúsculos carentes de alas, mil y ciempiés) facilitando el desarrollo de organismos que escapan al ojo desnudo (bacterias, protistas microhongos) los que, en definitiva, son quienes servirán de alimento a nuestras lombrices cuando finalice la etapa de compostación con la siembra de ellas, dando paso al vermicompostaje (figs. 6).



Figura 6. Tareas de siembra de un sector (volcado de bolsas con lombrices procedentes del semillero).

Lo descrito en cuanto a la secuencia de colonización del sustrato comprende la mayor parte de lo que en ecología se denomina la **corriente del detrito** o sea de las partículas. Un proceso natural.

Una cuestión pendiente es evaluar cuando se puede obviar el compostaje. Esto es posible cuando la MO a utilizar carece de riesgo sanitario como en los cultivos hogareños y otros donde se utiliza MO sin estiércol. Existen estiércoles muy atractivos para las lombrices que no requieren compostado previo y al que ingresan (egestas de conejos vacunos y equinos), razón por la cual se utilizan para extraer lombrices. También pueden constituir el componente dominante de la MO utilizada. En tal caso solo se recomienda destinar el humus a forestaciones y cultivos de tipo arbustivo donde los frutos se hallan lejos del humus utilizado. Estos abonos no debieran ingresar al circuito hortícola. Observación válida también para no emplear estiércoles de otras especies sin compostar.

B) LOMBRICOMPOSTADO

Las lombrices que utilizamos requieren que su medio/alimento posea una humedad superior a la del compostaje y es del 90%, de modo que, antes de sembrarlas, deberán regarse los lechos/sectores que las albergarán. La determinación de la humedad fijada se efectúa nuevamente con la **prueba del puño**, sólo que ahora, al presionar el puñado de sustrato, este deberá liberar sin esfuerzo una serie de gotas. Es preferible un exceso de humectación, ya que el compost que recibirá a las lombrices es mucho más poroso ahora por el accionar de los microorganismos presentes. Situación a la que se sumará la actividad de las lombrices, las cuales toleran incluso el encharcamiento durante horas (en alguna bibliografía se menciona que pocos segundos en agua las mata), si bien, cuando la densidad de las lombrices en el sustrato es elevada, puede derivar en fugas hacia sectores aledaños y constituir la base de una de las estrategias para la conducción del lombricultivo con menor ingerencia de mano de obra: la **autosiembra**.

Antes de proceder a la inoculación del sustrato, debemos asegurarnos que sea apto para recibir a las lombrices. Determinación que puede efectuarse con las pruebas en bandeja, que consisten en depositar algo del material a insembrar en una (se prestan para ello bandejas plásticas descartables en torno a 25x18x5 cm) y a su vez colocarla en una bandeja mayor con agua (trampa). Si el alimento es apto, las lombrices ingresan al sustrato y permanecen. Conviene observar la trampa de agua diariamente durante 72 hrs. No debiera haber lombrices en ella. Esta prueba se puede hacer con 5 lombrices (conocida como P5L: prueba de las 5 lombrices). Constatada la aptitud del compost podemos proceder a la inoculación del sustrato con las lombrices. Esto siempre que sea una MO conocida y utilizada con anterioridad. Caso contrario diferir la insembración 10 días tras los cuales se repite la P5L y si nuevamente resulta positiva, se procede a la insembración. Para minimizar errores en los testeos conviene efectuar 3 réplicas de las P5L (n= 3). Hace un par de décadas se recomendaban densidades de siembra de hasta 50.000 a 60.000 lombrices/lecho. Hoy día se efectúan con a lo sumo 10.000 l/L ya que con 2.000 a 4.000 l/L se consiguen tasas de multiplicación superiores a las de antaño (hemos constatado que aún con 1.400 l/L, en Patagonia la siembra invernal, en principio desaconsejable, condujo a un incremento poblacional de 32 veces la inicial y en solo 33 semanas, lográndose un apiñamiento cercano al 50% del potencialmente alcanzable, a pesar de ser un invierno particularmente frío.

En cuanto a la presencia de organismos que potencialmente encierran riesgo para las lombrices que cultivamos se observan gusanos chatos (planarias), nemátodos bacteriófagos y eventuales sanguijuelas. Las primeras y las últimas pueden, ocasionalmente, preñar lombrices. Las planarias son de pequeña talla y poco abundantes en nuestras latitudes. No así en el trópico donde abundan. Son de gran talla. Deben eliminarse (manualmente), tarea que se facilita concentrándolas mediante el cebado con hígado o páncreas de algún mamífero. Asimismo se ven caracoles. En definitiva, no es necesario eliminar a ninguno de ellos. Pueden aparecer homigueros que, con solo remover y regar, son desplazados de los lechos. Un problema serio lo constituyen aves (zorzales, tordos, teros, gallináceas, bandurrias) y cerdos que pueden diezmar las lombrices. Salvo los cerdos, la mayoría de las aves se controlan con una cobertura apropiada. En la Comarca Andina del Paralelo 42 (Río Negro y Chubut) es muy difícil controlar a las bandurrias (*Theristicus melanopsis*) que allí son casi animales domésticos. Detectan las lombrices y perforan con su largo pico incluso la semisombra. En tal caso no conviene duplicar la semisombra que, entonces, puede dificultar la aireación cuando se riega en exceso o llueve intensamente, acercándose las lombrices, que ascienden en el sustrato, a los predadores. Es preferible incrementar el material pajoso sobre la cobertura y disponerlo también por debajo (sobre la superficie del lecho/sector). Dificultades en la aireación conducen a fugas. Quizá la mejor solución sea colocar la semisombra suspendida (tipo carpa canadiense) combinada con riego por goteo sobre la superficie del sector con lombrices.

C) HUMIFICACIÓN. ¿QUÉ ES EL HUMUS (SÓLIDO)?

Recordemos que la lombricultura genera lombrices y abono. A lo largo de la conducción del cultivo (véase más abajo: estrategias de conducción) se extraen lombrices en relación con la **subdivisión** del mismo, con el fin de incrementar la población de lombrices, ya que, en la única extracción por cebado de las pilas en producción, se capturan aproximadamente 2/3 de la población compuesta principalmente por adultas y subadultas. La etapa de humificación se inicia con el **despoblamiento** de los sectores previamente. Ello se logra procediendo de manera análoga como para la subdivisión, pero ahora con el fin de extraer la mayor cantidad posible de las lombrices, requiriéndose 2 extracciones por cebado sucesivo. La primera, tras cebar y regar, al 5to. día se extraen principalmente adultas y subadultas. Se ceba y riega nuevamente y al 5 día se extrae el remanente (que comprende lombrices subadultas y juveniles). Puede considerarse que el proceder permite sustraer al 90% de la población, iniciándose así la **humificación**.

Al que se inicia en la lombricultura le suele costar percibir la diferencia entre estiércol de lombriz y humus, tal es así que, comúnmente, se piensa son sinónimos. El estiércol de lombrices (píldoras fecales: se aprecian como un granulado milimétrico uniforme) constituye la base material del humus. **La lombriz no humifica** y en definitiva digiere y reorienta los microorganismos que continúan luego su acción sobre las píldoras fecales de las lombrices. En definitiva, su estiércol (egestas) contiene: productos de la digestión, materiales orgánicos parcialmente digeridos, enzimas y microorganismos. Se suman asimismo otros organismos del medio. De allí que el humus es estiércol de lombrices mas el tiempo transcurrido hasta la humificación que, en promedio, es de al menos 3 meses. A partir de entonces puede considerarse estabilizada la MO. En ese contexto, el tiempo mínimo de procesamiento de un sustrato por lombrices puede estimarse en 3 meses. Consecuentemente, atendiendo a las distintas estaciones obtendremos humus al cabo de 6 o 9 meses. Si por algún motivo necesita utilizarlo antes, puede hacerlo, pero a sabiendas que la composición de ácidos húmicos será más baja que la del vermicompost madurado. Si todo el proceso de producción se extiende a 9 meses tenemos además la garantía de poseer un producto totalmente libre de compuestos nitrogenados fitotóxicos (Gómez-Brandón y otros, 2008).

El humus o lombricompuesto es un abono orgánico, un biorregulador y corrector de suelos, que posee una carga de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y micronutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro, etc.), valorándose sobre todo la cantidad de MO que aporta, el balance y cantidad de microorganismos benéficos a nivel de las raíces, los factores fitoestimulantes y reguladores del crecimiento vegetal (giberelinas, auxinas). Incide positivamente sobre la textura y estructura del suelo, regulando la economía del agua, gases y nutrientes del suelo a la planta. Es adecuado tanto en suelos muy permeables (arenosos) como en aquellos muy compactos (arcillosos). Mejora la retención del agua en los primeros y posibilita una mejor movilización en los segundos. El humus significa un aporte de "laboratorio" al suelo: provee el medio en el que se desarrollan las complejas reacciones químicas hasta llegar a conformar los nutrientes que luego dosifica hacia los vegetales. La liberación suele ser lenta, por ello el humus no permite una sobredosificación como puede ocurrir con un fertilizante (químico). El lombricompuesto constituye un medio efectivo para combatir una serie de afecciones de las plantas debidas a hongos (fungi-cas), particularmente al mal de los almácigos. La carga de macronutrientes es relativamente baja, y puede obligar a complementar en algunos casos con un químico. Una integración que conviene efectuar en el terreno por separado (no aplicar mezclados).

El contenido de MO suele ser bastante variable en el humus producido, siendo deseable mantenerlo lo más elevado posible (entre 40 y 60%). Los valores máximos observados pueden sobrepasar al 85% (Martínez-Cerdas, 1999).

El porcentaje de nitrógeno del lombricompuesto suele estar comprendido entre 1,0 y 4,0 (valor frecuente: 2,5%), el del fósforo de 0,15 a 3,75% (valor frecuente: 1,5%), el del potasio de 1,0 a 2,3% (valor frecuente: 1,2%), siendo muy variable el porcentaje del calcio de 2 a 16% (valor frecuente

en torno al 2,0%). La carga de micronutrientes, en cambio, suele ser suficiente. El lombricompost, respecto del compost tradicional (sin lombrices), exhibe algunas ventajas en cuanto a las propiedades biológicas, proporcionando una mayor carga bacteriana útil, optimizando su selección.

Se habla de un producto excepcional, pero como todo en biología, el vencimiento existe. Acontece gradualmente y cuanto antes se lo utilice mejor. Recién al cabo de 4 años se percibe su decaimiento. Puede seguir usándolo pero no rinde igual ya.

Estrategias de conducción del lombricultivo.

Como iniciar un lombricultivo depende de la modalidad de conducción elegida, siendo las modalidades básicas la **alimentación sucesiva o periódica**, la **autosiembra** y **mixta** (fruto de combinar las dos primeras) (Schuldt, 1993, 2001 y 2006).

La **alimentación sucesiva** consiste en disponer alimento para las lombrices cubriendo sus necesidades para 3-4 semanas y luego agregar una capa de comida a intervalos regulares (semanal, quincenal). Un inicio estandar (clima templado) suponiendo que la estación del año es la primavera. Recurrimos al alimento compostado previamente que tenemos en el patio de desperdicios y lo trasladamos a la cuna o "cajón", llenándolo unos 20-25 cm. Recordemos que ese compost se manejó con una humedad del 70% y el alimento para las lombrices requiere 85-95 % de humedad, de modo que lo primero que haremos será regar. Luego se siembran las lombrices, que vienen en bolsas o cajones. La densidad de siembra podrá variar entre 4.000 y 10.000 lombrices por lecho (l/L), aunque con solo 1.400 l/L también se logran desarrollos interesantes. La siembra o inseminación consiste en volcarlas desde el recipiente que las contiene (vienen con sustrato / alimento / compost) sobre la superficie del sector. Conviene efectuar el procedimiento de siembra con luz diurna (obliga a las lombrices a ingresar en el sustrato y permite evaluar si las afectó el traslado). A continuación se riega nuevamente. Este riego puede efectuarse sobre la cobertura. (Fig. 6)

Si las lombrices han viajado bien y se encuentran en perfecto estado de salud, desaparecerán de la superficie en menos de 2-3 minutos. Normalmente permanecen hasta varios días en el material que las albergó durante el traslado, luego se introducirán en el sustrato del sector inseminado profundizando hasta el piso (tierra o nylon) y a partir de allí ingerirán el compost, el que a medida que es consumido es abandonado, haciendo que las lombrices se acerquen gradualmente a la superficie del lecho. Ese tránsito suele llevarles unas 3-4 semanas. En el transcurso de las cuales se irán multiplicando las puestas (cocones) y el espesor de la capa de compost dispuesta inicialmente ira descendiendo por consumo y compactación. Cuando las lombrices lleguen a la superficie, o falte muy poco para ello, es conveniente agregar regularmente MO compostada y a razón de 1 cm de compost diario. Si alimentamos cada 7 días deberemos esparcir sobre la superficie del vermicultivo una capa de 7 cm, si alimentamos cada 10 días agregamos 10 cm y así sucesivamente. Esta secuencia se mantiene hasta cumplir 3 a 4 meses desde la inseminación. En el interín la población de lombrices se habrá multiplicado hasta llegar a valores próximos a la capacidad de carga del alimento, es decir a la máxima cantidad de lombrices que soporta. Esta cantidad en la mayoría de los sustratos está comprendida entre 80.000 y 120.000 lombrices/Lecho (Fig. 5). De modo que, si interesa multiplicar las lombrices, debemos retirar al menos la mitad de ellas, para lo cual disponemos sobre la superficie del lecho, en vez del alimento habitual (que también puede utilizarse), una capa de estiércol fresco, preferentemente equino por lo atractivo para las lombrices, regamos y unos 5 días después extraemos con horquilla el estiércol que estará lleno de lombrices (principalmente adultas y subadultas). Estas lombrices se embolsan o van a la carretilla si de inmediato serán sembradas. El procedimiento descrito se denomina **subdivisión del cultivo**.

La capa de estiércol fresco para extraer lombrices no es necesario que cubra toda la superficie del lecho, sino solo una franja que puede ser continua o discontinua, longitudinal o transversalmente al eje del sector.

Si recogemos los 2/3 del cebo es probable que dejemos aproximadamente la mitad de las lombrices en el cultivo (con predominio de cocones, animales juveniles y pocos subadultos y adultos). Podemos suponer entonces que recogemos entre 40.000 y 60.000 lombrices/L, con las cuales podemos inseminar al menos 5 lechos, siendo no obstante factible extendernos aún más con los nuevos lechos (de 6 a 10).

Las lombrices que permanecen en el cultivo (restantes) después de la **subdivisión** deberán ser alimentadas con el ritmo habitual por lo menos durante otro trimestre, cumplido el cuál se retira la totalidad de las lombrices (**depoblación**), con las que se pueden inseminar hasta 12 (ó 20) nuevos lechos. En teoría una superficie de cultivo puede expandirse anualmente hasta 32 veces. Experiencias realizadas por el equipo de trabajo en Villa Elisa (Provincia de Buenos Aires) consiguieron una expansión más modesta del orden de 28 veces la inicial.

Estos valores más bajos se deben a que fundamentalmente se manejaron los cultivos con la cantidad de lombrices por siembra recomendados entonces (1990/91) cuando se admitían densidades de hasta 50.000 l/L con una media entre 15.000 y 25.000 l/L. Esas experiencias (Schuldt y otros, 1997) nos sirvieron de base para delinear nuevas estrategias de siembra y conducción, derivando en las cifras que le recomendamos. Estas inseminaciones de baja densidad son **siembras expansivas** cuya finalidad es optimizar la producción de lombrices, si bien disminuyen en torno al 30% la producción de humus (véase Adaptación del Cultivo al Clima. Tabla 1).

Otra modalidad de conducción de un cultivo es mediante lo que denominamos **autosiembra**, consistente en disponer una ración trimestral de compost para las lombrices. Para tal fin se arman los sectores de 50 cm de alto por 2 de ancho y un largo según preferencia y se dosifica la siembra de lombrices con igual densidad que cuando se pretende un manejo por alimentación periódica (1400 a 10.000 l/L). Después de sembrar conviene cubrir el cultivo con una cobertura adecuada. Cuando las lombrices consumen el alimento, las fugas se orientan hacia un sector adyacente que debe estar dispuesto antes que abandonen el sector donde se hallaban. Esta estrategia de manejo tiene la ventaja de requerir menos mano de obra ya que se obvia la alimentación semanal y las extracciones de lombrices, pero con el inconveniente de su menor eficiencia. Difícilmente pueda expandirse una población con autosiembra más de 12 a 16 veces la inicial. Figs. 7 y 8.

En el marco de un proyecto de lombricultura, una vez determinada la cantidad de lombrices necesarias para transformar todos los residuos que, en algún momento abarcará la gestión, suele procederse de la siguiente manera: a) Se inicia con una cantidad mínima de lombrices que se busca expandir por alimentación sucesiva hasta alcanzar el número necesario para abordar íntegramente la corriente de residuos proyectada; b) a partir de este objetivo se implementa la autosiembra. No obstante, hay quienes mantienen durante esta segunda etapa (b) la alimentación periódica del cultivo.

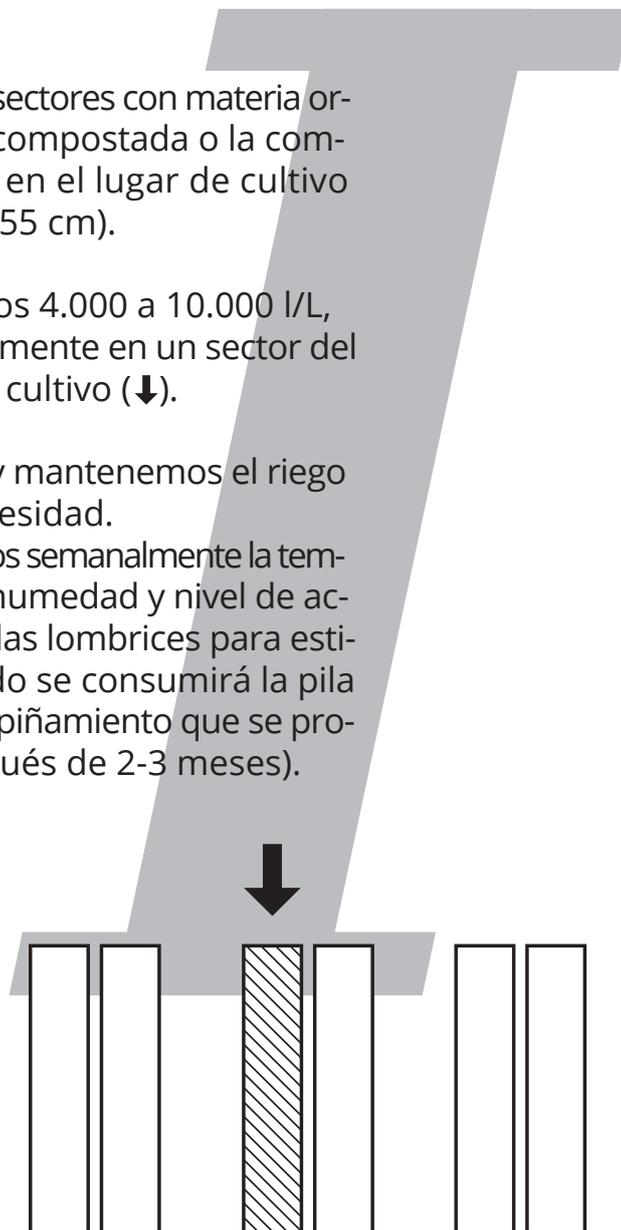
Una adecuada combinación de alimentación sucesiva con la autosiembra constituye la **conducción mixta**, como resulta comúnmente en climas con inviernos duros (Patagonia), donde la permanencia de las lombrices en pila alta durante al menos parte del otoño y todo el invierno es, prácticamente, obligada (Schuldt, 2008; Schuldt y otros, 2006, 2007).

Si deseamos optimizar la multiplicación de las lombrices es fundamental que las siembras sean de baja densidad (altas densidades tienen un efecto negativo sobre la frecuencia de acoples), la humedad elevada (debe estar siempre cerca del máximo) y el alimento provisto con regularidad y elaborado sobre la base de MO joven. Esta es la trílogía de la expansión de un cultivo.

Lo tratado en este apartado (lombricultivo) se resume en el esquema de la figura 9 (ciclo de manejo del lombricultivo).

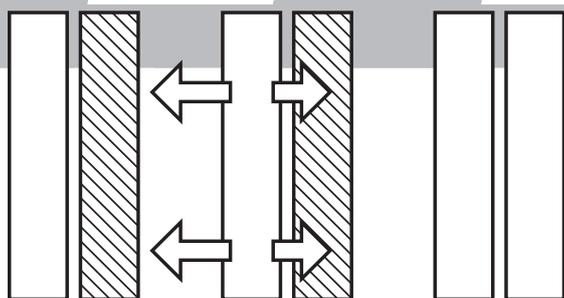
AUTOSIEMBRA (Figura 7)**etapa I****El INICIO del cultivo
con siembras de
baja densidad**

1. Armamos sectores con materia orgánica ya compostada o la compostamos en el lugar de cultivo (altura 45-55 cm).
2. Regamos.
3. Sembramos 4.000 a 10.000 I/L, preferentemente en un sector del centro del cultivo (↓).
4. Cubrimos.
5. Regamos y mantenemos el riego según necesidad.
6. Controlamos semanalmente la temperatura, humedad y nivel de actividad de las lombrices para estimar cuando se consumirá la pila (máximo apiñamiento que se produce después de 2-3 meses).



**La PROPAGACIÓN del cultivo
a partir de fugas de sectores
(sobrepoblados y/o agotados)**

1. Se produce la invasión (por fuga) de los sectores próximos (↓). La autosiembra puede orientarse con un discreto cebado en el sector que deseamos sea colonizado.
2. Revisamos / mejoramos la cobertura.
3. Regamos y mantenemos el riego según la necesidad.
4. Controlamos semanalmente la temperatura, la humedad y el nivel de actividad de las lombrices en el sector.
5. Consumida la pila por la población de lombrices al cabo de 2-3 meses (máximo apiñamiento) se producen nuevas fugas reiniciándose el ciclo.



Adaptación del cultivo al clima.

Para el inicio de un lombricultivo con miras a la alimentación sucesiva y sobre la base del supuesto de un clima templado, en primavera (ejemplo: Prov. Buenos Aires –Latitud 35o), recomendamos una altura del lecho previa inseminación entre 20-25 cm, para MO bien compostada. Si hay dudas sobre la compostación, o los tiempos de maduración de la MO fueron menores a 45 días, o bien predomina MO con escaso o nulo compostado, conviene dejar la pila en 15-20 cm. Si el inicio es en verano, la altura es preferible sea también de 15-20 cm. Comenzar un lombricultivo en otoño implica tener en cuenta que gradualmente la temperatura se hará más baja, de allí que 20-25 cm pueden ser una buena altura (preferencia en 25 cm). Tradicionalmente, el invierno era una estación vedada para iniciar, subdividir o despoblar un lombricultivo. Podemos efectuar esas tareas si tenemos el recaudo de hacerlo cuando la temperatura se halla sobre 0° C y preferentemente sin viento.

A medida que se incrementa la latitud o la altura sobre el nivel del mar, hay que prestar especial atención a las bajas temperaturas otoñales / invernales. En Patagonia norte (Latitud 40-42°) ya en abril se requiere una altura del lecho encima de 40 cm, mientras que más al sur (Latitud 50°) conviene elevar a más de 60 cm y garantizar que con el rigor invernal la pila ronde 1,0 -1,20 metros (1,5 mts.). Supuesto: MO bien compostada. En estas condiciones, en sentido estricto, nos apartamos bastante de lo que consideramos clásicamente como alimentación regular, apreciándose una convergencia hacia la estrategia de manejo con autosiembra..

Si las temperaturas de la pila durante el invierno descienden o se mantienen en unos 10° C, las lombrices seguirán reproduciéndose (la reproducción cesa recién cuando la temperatura desciende a menos de 4° C), pero con moras significativas en la eclosión de los cocones que liberarán lombrices recién al cabo de meses, tal es así que, hasta la primavera no se notará la incorporación al cultivo de la producción de lombrices del otoño / invierno. Durante el predominio de las bajas temperaturas es importante que la cobertura, con mucho material fibroso (pasto seco, pajas, hojas) tenga espesor (15 cm o más). Un recurso que permite elevar la temperatura del cultivo consiste en incorporar estiércoles u otra MO con poco o ningún compostado previo y mezclarla con la ya compostada que alberga las lombrices. En tal caso elegir MO o estiércoles con relación C/N cercana al óptimo (conejo, vaca, caballo) y no utilizar aquella con relaciones bajas (aves, cerdos u otra MO con similares características). De procederse así es imprescindible controlar la temperatura del cultivo varias veces por semana (sino diariamente). Si la temperatura en la pila se eleva y tiende a sobrepasar 30° C hay que regar hasta que descienda.

Eisenia fetida se cultiva en todo el mundo, sin embargo, en el trópico bajo, con temperaturas sostenidas próximas a 40° C, las dificultades para el desarrollo de un lombricultivo son extremas. Sombrajes y riego son solo paliativos. En realidad no hay una lombriz adecuada para esas circunstancias. En el tratamiento de residuos provenientes del ámbito urbano en Bombay ha dado resultado la utilización del género *Polypheretima* y *Amyntas*.

Sobre la base de lo expuesto es fácil entender que, para el manejo de poblaciones mediante autosiembra o la conducción mixta (Tabla 1, Figs. 7-9), es sencillo adaptarse a variaciones climáticas y / o estacionales. Las bajas temperaturas se enfrentan con mayor altura del lecho que, para latitudes extremas, pueden limitarse a 1,0-1,5 m (Schuldt y otros, 2006 y 2007). En climas cálidos, si la MO está bien compostada, no es necesario considerar pilas más bajas que las estándar (50 cm). El énfasis está puesto entonces en sombra y riego.

TABLA 1. Adecuación estacional de la altura de la MO del sector de cultivo (en cm) al momento de la siembra con lombrices y teniendo en cuenta la latitud (de Schuldt, 2006).

ESTACIÓN DEL AÑO	LATITUD		
	0 a 25°	25 a 40° *	40 a 55° **
Primavera	10 a 15 cm	15 a 25 cm	25 a 40 cm
Verano	10 cm	15 cm	25 cm
Otoño	15 cm	20 a 25 cm	25 a 40 cm
Invierno	15 a 20 cm	25 a 40 cm o +	60cm o +

*c/Temp. de -5° a -10°C (hasta 1,5 m)

**c/Temp. de -30° a -40°C (hasta 1,5 m)

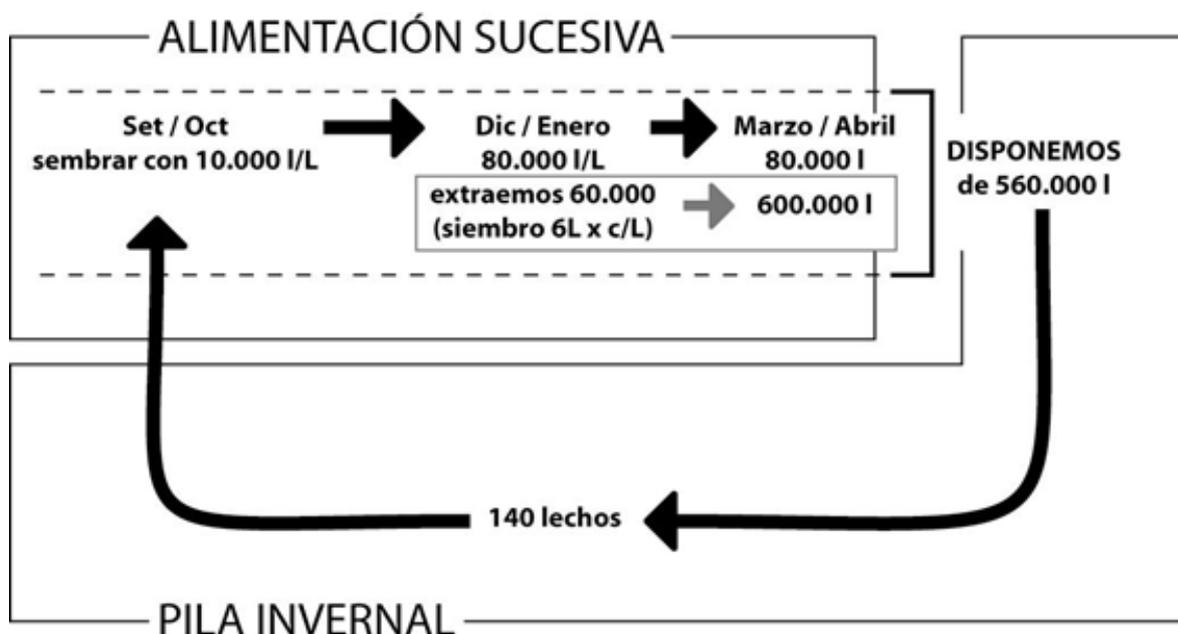


FIGURA 9. Conducción mixta: Combinación de estrategias de conducción para *Eisenia fetida* en zonas frías con siembras de baja densidad suponiendo se parte de la inseminación de un Lecho -2m² [10.000 lombrices (I) / Lecho (L) para el inicio con alimentación sucesiva -septiembre/octubre- y 4.000 I/L para los sectores "invernales" en pila alta de hasta 1,5 m].

La estacionalidad se hace sentir también sobre la producción de humus de un lombricultivo en condiciones de temperie. Si no conseguimos mantener la temperatura del mismo en valores de 14-27° C, se producirán demoras en la cosecha del abono (lombricompost / humus). Inicios en primavera y otoño permiten cosechar el humus en 6-7 meses (incluye un mes de secado), mientras que si se comenzó en invierno o en el verano, la recogida se extiende a 9-10 meses (incluye un mes de secado).

Las características climáticas pueden determinar la orientación de los sectores de cultivo. Al respecto es común que se recomiende que los sectores deben orientar su longitud siguiendo (paralela a) la dirección de los vientos predominantes. Otro tanto se comenta respecto de la presencia de árboles. El sentido común nos dice que esto es válido solo en climas cálidos y moderados,

donde la aireación favorece la evaporación, enfriando el cultivo. En zonas frías, con vientos fuertes, es preferible que los árboles se usen como cortavientos, tornándose secundaria la orientación de los sectores, importando más el efecto protector de la arboleda (que puede elevar varios grados la temperatura ambiente). En Patagonia el álamo es quizá la especie arbórea más utilizada. Sin embargo no conviene disponer los sectores del lombricultivo muy próximos a una hilera de álamos ya que entonces las raicillas infiltran el lombricultivo, compactándolo y restándole nutrientes al humus producido, dificultando en cierta medida, el accionar de las lombrices. Con alejar los sectores 5 o 6 metros de la arboleda, se aprovecha igualmente el efecto "corta viento".

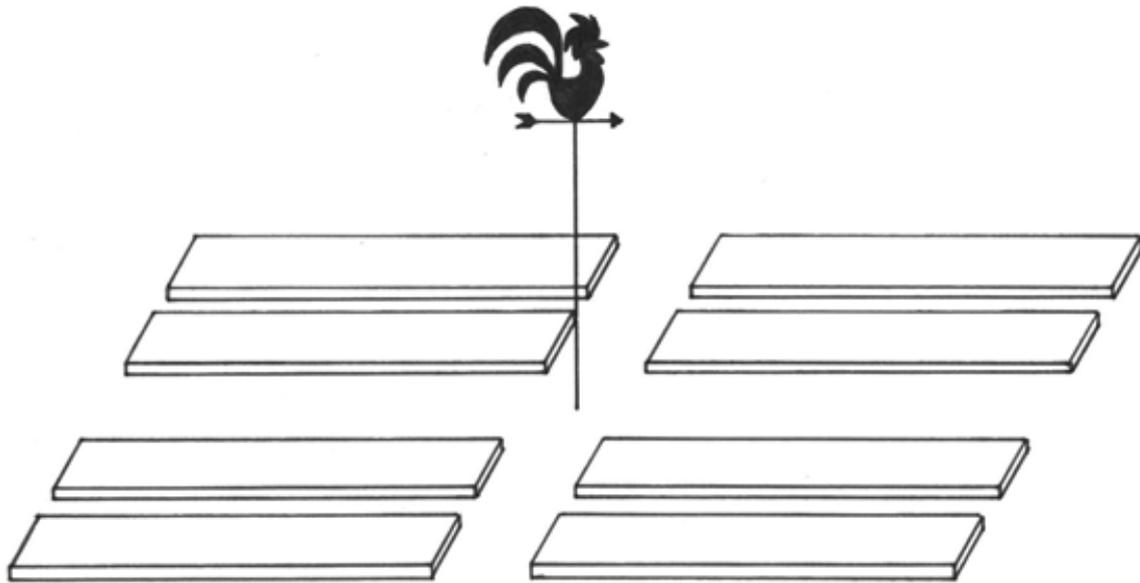


FIGURA 10. Orientación de los sectores del cultivo según los vientos predominantes (veleta).

Es importante tener en cuenta la direccionalidad del accionar de las lombrices inherente a cada estrategia de conducción. En la alimentación sucesiva las lombrices van "tras" el alimento, es decir gradualmente ascienden en el medio. Contrariamente, en cultivos con modalidad auto-siembra, los animales siguen la dirección inversa, profundizando en el sustrato a medida que se consume y compacta. Aquí entra en juego principalmente la disponibilidad de oxígeno que, en medios compactados, hace que las lombrices no puedan ingresar por debajo de los 40 cm, profundidad inaccesible en las pilas invernales que exige la conducción en latitudes altas, de modo que, para que las lombrices puedan acceder al alimento en primavera, se debe ahorquillar la pila para airearla/extenderla, posibilitando así el acceso al material disponible no consumido.

El tema fugas, si bien constituye parte de las estrategias de auto-siembra y mixta, donde direcciona los procesos, no ocurre lo mismo en la alimentación sucesiva, donde es importante anticiparnos a ella para no perder parte de la población adulta. El mejor instrumento para ello reside en el muestreo, pero en lo cotidiano no se estiliza. Los factores de riesgo para la ocurrencia se relacionan con el grado de **apiñamiento** de las lombrices que tolera cada sustrato (fig. 5) haciendo que enlentescan/cesen los acoples (no hay casi cocones recién puestos), conduciendo a la dominancia neta de animales subadultos y adultos. Si esto se correlaciona con signos de actividad en la superficie del lecho, como lo indicaría la presencia de píldoras fecales, es decir estiércol de lombrices (granulado milimétrico uniforme), una lluvia bastaría para inducir las a la fuga. **Solución:** la subdivisión del lecho/sector. **Paliativo:** esparcir otra capa de alimento.

Imágenes vinculadas con algunas de las actividades en curso o proyectadas en Colonia Cushamen y Fofó-Cahuel (Chubut)







Anexo

TABLA I. Diferentes orígenes (tipos) de materia orgánica (MO) y su contenido aproximado en carbono (total) respecto del tenor de nitrógeno (total). Compilado según distintos autores (Meinicke, 1988; Dalzell, y otros, 1991; Labrador, 1997; Martínez-Cerdas, 1996; Mazzarino y otros, 2002; Eyra, 2002 y Schuldt, 2004; Alvarez de la Puente, 2010?).

Tipo de Materia Orgánica y Relación C/N

Vegetal

- Banano
 - hojas 20/1
 - seudotallo 48/1
 - raíces 26/1
- Papel 150-200/1
- Caña de maíz 150/1
- Caña de azúcar
 - Bagazo de 150/1
 - Cachaza de 25/1 (30 a 75/1)
- Pajas (trigo, cebada, avena, centeno): 100-60/1
- Cascarilla de arroz: 50/1 a 95/1 (paja de arroz: 110/1)
- Viruta, aserrín 80-90/1(150/1)
- Lúpulo ---Guías (tallos) 106/1 ---Mezcla de hojas y tallos chipeados: 25/1
- Broza forestal (hojas, tallos, ramas chipeadas") 70-80/1
- Poda olivar triturada: 37/1
- Algodón desmotado: 26/1
- Orujo
 - uva: 60/80/1 (uva recién prensada 27/1)
 - manzana 40/1
 - olivo: 25-30/1
- Rastrojos, rollos, fardos (secos) 65-80/1
- Hojas frescas 40-80/1
- Hojas de caída reciente
 - Banano 20/1
 - Olmo 25/1
 - Fresno 28/1
 - Visco 38/1
 - Roble 42/1
 - Abedul 43,5/1
 - Níspero 54/1
 - Pino (de Escocia) 91/1
- Restos de hortalizas 20/1
- Residuos de frutos 40/1
- Residuos cultivo champiñones 30-40/1
- Algas (mezcla de arribazón o "resaca" litoral) 18-23/1
- Mezcla de gramíneas
 - follaje abundante 10/1
 - follaje en plena floració
 - follaje maduro 50/1

- Abono verde, prados (corte) 10-20/1
- Mosto 16/1
- Rastrojo de leguminosas 10-15/1
- Café
 - cáscaras de café 8/1
 - pulpa 25-30/1
- Alfalfa
 - hojas inferior a 10/1
 - forraje verde 13/1
 - fardo 16/1
 - Heno 21/1

Animal

Estiércoles

- Bovinos 30-40/1
 - torva" 40-60/1
 - panza" 20-30/1
 - Equino 18-25/1 (60/1)
 - Ovino, caprino, conejo 20-30/1
 - Porcino 16/1
 - Aviares inferior a 10/1 (20/1)
 - Humanos 5-20/1
 - ---Biosólidos depuradora cloacal 12/1
- Sueros tambo, harina huesos 20/1
 Vísceras de frigorífico 15/1
 Harina (pescado, carne) 15/1
 Harina de sangre, sangre 3-10/1
 Orina inferior a 1/1
 Residuos Sólidos Urbanos (RSU) 11-30/1 (80/1)

TABLA II. ¿Cómo calculamos las proporciones de Carbono / Nitrógeno (C/N)? (Contribución del Prof. Esteban Margaría, junio 2003, www.manualdelombricultura.com).

Para calcular la relación carbono - nitrógeno de una mezcla, entre, por ejemplo, 100 kg de estiércol de cerdo y 40 kg de hojas:

1) Ir a la tabla carbono / nitrógeno (C/N) y buscar los valores correspondientes a cada uno de estos residuos, donde veremos que al porcino le corresponde una relación de 16/1, mientras que a las hojas les corresponde una relación de 80/1.

2) Sumaremos el quilaje (o volumen) de ambos componentes de la mezcla (en este caso 100kg + 40kg =140kg este resultado es el 100%)

3) Debemos hallar el porcentaje correspondiente a cada componente, lo que resolveremos mediante una regla de tres simple para cada uno de los componentes:

a)

$$140 \text{ k de mezcla} \text{-----} 100\%$$

$$100\text{k de estiércol de cerdo} \text{-----} x = 100\text{k} \times 100\% = 71,42\%$$

$$140$$

b)

$$140 \text{ k de mezcla} \text{-----} 100\%$$

$$40\text{k de estiércol de cerdo} \text{-----} x = 40\text{k} \times 100\% = 28,58\%$$

140

4) Habiendo hallado el porcentaje de cada uno de los componentes en la mezcla, dividiremos c/u de estos resultados por 100, dando :

a) para el componente porcino:

$$\frac{71,42\%}{100} = 0,7142$$

b) para el componente hojas:

$$\frac{28,58\%}{100} = 0,2858$$

5) Los resultados anteriores se multiplican por sus correspondientes valores en la tabla carbono-nitrógeno:

a) para el componente porcino:

$$0,7142 \times 16 = 11,4$$

b) para el componente hojas:

$$0,2858 \times 80 = 22,9$$

6) Por ultimo sumamos estos dos valores, obteniendo 34,3 de relación carbono-nitrógeno

Nota: Recuerden que si bien en las relaciones aparece en todos los casos el denominador 1, en todas las operaciones se lo obvia.

El ejemplo que seguimos paso a paso para hallar la relación C/N de la mezcla responde a la formula general:

$$(\text{carbono1} * \%1) + (\text{carbono2} * \%2) + \dots + \text{etc.}$$

Donde:

- Carbono es el valor correspondiente al carbono en el cociente C/N de cada MO.
- El porcentaje (%) es el porcentual (del peso o volumen) de cada MO respecto del total de materia orgánica (MO) utilizada. El valor que se utiliza en la fórmula (1) es el "tanto por uno" (porcentaje dividido 100).

Esta fórmula permite determinar la relación C/N para mezclas de más de 2 componentes.

Nota: Es importante conocer detalles de la dieta de quienes generan los desperdicios ya que ello permite muchas veces evitar enmiendas. Ejemplo: el estiércol de ovejas y cabras suele tener una relación C/N de 20/1 a 30/1. Los animales que ingieren pastos duros, fibrosos como con frecuencia se observa en Patagonia quizá no requieran la adición de material pajoso. Igualmente los restos recogidos en corrales donde se suplementa la dieta con fardos tampoco necesitan incorporar fibra.

TABLA III. Datos utiles en el marco de la elaboracion de proyectos sobre armado, rendimiento y produccion de lechos

Lecho (superficie unitaria de cultivo): 2 m X 1 m.

Cada 3 lechos [3(2m.1m.0,3m.0,55)] proporcionan aproximadamente 1t de humus al cabo de 6 meses, siendo el resultado de un consumo de 1,6 t de materia orgánica. El consumo mensual de materia orgánica por lecho –cultivo estabilizado- es de aproximadamente 100 kg (durante la expansión el consumo es menor, aproximadamente 2/3 del valor de consumo de un cultivo estabilizado

en torno a la capacidad de porte –número máximo de lombrices que admite c/sustrato /alimento).

Emplazamiento de lechos (en toneladas de estiércol o “panza”).

Estandar: 1 t alcanza para el armado de 5 lechos [5(2m.1m.0,20m.0,55)].

Autosiembra: requiere 2,5 t la disposición de 5 lechos [5(2m.1m.0,5m.0,55)].

Nota: Un camión proporciona aprox. 15 lechos (4t de humus)(costo de un camión de estiércol: 60 - 120 \$).

¿Cuánto estiércol producen los herbívoros más utilizados (conejos, ovejas, cabras y otros)?

ANIMALES	Peso vivo(kg)	Producción de Estiércol en (kg/día)	H ₂ O	N	P	K
Vacunos	600	46,57				
	450	33,22	79	0,504	0,09	0,45
	300	19,86				
	125	8,67				
Ovinos	60	3,15	65	1,26	0,18	0,9
	18	1,01				
Caprinos	30	2,05				
Equinos	700	40,33				
	450	24,65	60	0,62	0,09	0,55
	200	14,46				
Porcinos	200	13,85				
	100	7,61	75	0,45	0,12	0,34
	30	2,83				
Lechones	12	1,51				
Conejos	2,5	0,2				
Pollos	1	0,063	54	1,42	0,36	0,31
Ponedoras	2	0,2				

Peso de estiércoles frescos (kg/día) emitidos (sin camas) por animales domésticos, y valores relativos (%) de agua (H₂O), Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)(Según datos combinados y modificados de Ensminger y Olentine, 1983; Ferruzzi, 1987 y Cacciamani, 1999).

Bibliografía (síntesis).

ALVAREZ DE LA PUENTE, J.M., 2010? Manual de compostaje. Junta de Andalucía, Col. Manuales Técnicos, Andalucía, 48 págs.

ANÓNIMO, 2010. El compost. Curso de Ecología (Universidad de Guatemala, Fac. Ingeniería), <http://pdf.rincondelvago.com/composta.html>, 7 págs.

ANÓNIMO, 2019. El compost ya es un producto regulado: establecen normas para su producción. Bichos de Campo.

COLES, J. y WALTER, M., 2012. Lombrices invaden todos los continentes. BBC News. 24 sept. 2012. (Nota MS en el foro de www.manualdelombricultura.com: Lombrices de "tierra", colonización de nuevos ambientes y ecología (26.10.12).

DOMINGUEZ, J., 2004. State -of the art- and New Perspectives on Vermicomposting Research. En: Edwards, C.A. (Ed.). *Earthworm Ecology*. New York, pp. 402-424.

DOMINGUEZ, J., y M. PEREZ-LOZADA, 2010. *Eisenia fetida* (Savigni, 1826) and *Eisenia andrei* (Bouche, 1972) son dos especies diferentes de lombrices de tierra. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 2:321-331.

DOMINGUEZ, J., R.W. PARMELEE y C.A. EDWARDS, 2003. Interactions between *Eisenia andrei* (Oligochaeta, Lumbricidae) and nematode populations during vermicomposting. *Pedobiologia* 47:53-60.

DOMÍNGUEZ, J., M. AIRA, A.R. KOLBE, M. GÓMEZ-BRANDÓN and M. PÉREZ-LOSADA, 2019. Changes in the composition and function of bacterial communities during vermicomposting may explain beneficial properties of vermicompost. *Scientific Reports*, 9: 9657. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46018-w>.

FAO, 2019. Código Internacional de conducta para el uso y manejo de fertilizantes. www.fao.org./3/ca52534es/CAS.pdf

GÓMEZ BRANDÓN, M. , M. AIRA, A. R. KOLBE, N. DE ANDRADE, M. PÉREZ-LOSADA y J. DOMÍNGUEZ, 2019. Rapid Bacterial Community Changes during Vermicomposting of Grape Marc Derived from Red Winemaking. *Microorganisms* 2019,7 (473):1-16.

MARTÍNEZ-CERDAS, C., 1996. Potencial de la lombricultura. Ed. Texcoco, Texcoco, 140 págs.

RITTENHOUSE, T., 2015. Hoja de datos: Estiércol en sistemas de Producción Orgánica. NCAT. www.ncat.org: 1-4.

ROTH, A., 1969. Instrucciones para la cría de lombrices de tierra. *IDIA* (253):37-46.

SCHULDT, M., 2006. *Lombricultura. Teoría y práctica*. Mundi-Prensa, Madrid, 307 págs.

SCHULDT, M., 2008. Iniciación de lombricultivos de *Eisenia fetida* (y *Eisenia andrei*) (Oligochaeta, Lumbricidae) con siembras de baja densidad. *Estrucplan on line* -www.estrucplan.com.ar., 7 págs.

SCHULDT, M., 2013. *Lombricultura, colonización de nuevos ambientes y ecología*. *Bioscriba*, 6(1):

36-41.

SCHULDT, M., 2021. *Lombricultura fácil* (2da. Edición, en prensa. ca. 250 págs.)

SCHULDT, M. y H. TESTA, 2011. Reconversión de residuos de lúpulo mediante lombricompostaje. Aceptación de sustratos en bandejas y reprobiología. *RedVet*, 12(9): 1-11.

SCHULDT, M., RUMI, A., GUARRERA, L. y de BELAUSTEGUI, P.H., 1998. Programación de muestreos de *Eisenia foetida* (Annelida, Lumbricidae). Adecuación a diferentes alternativas de manejo. *Rev. Arg. Prod. Animal* 18(1):53-66.

SCHULDT, M., RUMI, A., GUTIERREZ-GREGORIC, D., FABAZ-RIVERO, Y. y CABRERA, D.A., 2003. Tipos de coberturas en lombricultivos de *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae). Su incidencia sobre distribución y densidad. 12 avas. Jornadas Nacionales de Lombricultura (Gral. Cabrera, Arg., octubre 2003).

SCHULDT, M., R. CHRISTIANSEN, L.A. SCATTURICE y J.P. MAYO, 2006. Conducción de lombricultivos en condiciones de temperie extremas (zonas frías). *RedVet*, VII(07): 1-7.

SCHULDT, M., R. CHRISTIANSEN, J.P. MAYO, L.A. SCATTURICE, C. PESSIN, M.A. HELLING, I. ILLANES, C. GASPAS y J.M. RUBINICH, 2009. Pruebas de laboratorio con *Eisenia fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) para establecer tiempos mínimos de compostaje. Discrepancias con observaciones de campo. (I.J. Patagónicas de Biología y III J. Estudiantiles de Cs. Biológicas, Trelew 2009). *Estrucplan* IX(695):1-7.

SNYDER, B.A., Mac CALLAHAN, A. Jr., LOVE, C.N. y HENDRIX, P. F., 2013. Earthworm invasión in North America: food resource competition affects native milliped survival and invasive earthworm reproduction. *Soil Biology and biochemistry* 57:212-216.

SOTO, G.M., 2000. Regulaciones en la producción y uso de abonos orgánicos (En: C.C. Martinez y L. Ramírez, Eds., 2000. *Lombricultura y agricultura sustentable*, Ed. Futura, Texcoco, 236 págs.):173-184.

VALENZUELA, O.R., V.H. LALLANA y A. GUERRERO, 1998. Caracterización física y química de lombricompostos originados a partir de residuos de conejeras, estiércol vacuno y residuos domiciliarios. 9ª. J. Nacional de Lombricultura, Gral. Cabrera, Córdoba, 16.10.98.

