



Componiendo alianzas sociorrurales. **BIOCOMPAS**. Elkarlaguntzen landaeremuan

Entregable 1: Informe de Vermicompostaje



Entidad: Universidad Pública de Navarra/Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Proyecto: BIOCOMPÁS

Responsable del Informe: Dr. Inazio Irigoien Iriarte- Ramóm Plana González-Sierra.

Pamplona Iruñea, Diciembre 2025

AYUDAS PROYECTOS PILOTOS EN COOPERACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA DEL PLAN ESTRATEGICO DE LA PAC
2023-2027



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	3
3. RESULTADOS	3
3.1. INSTALACIONES	4
3.2. PROCEDIMIENTOS	5
4. CONCLUSIONES	5
5. ANEXOS	5



1. INTRODUCCIÓN

En este informe se presenta el **diseño y la guía** de una instalación piloto para el acondicionamiento del vermicompostaje de residuos orgánicos gestionados en Gure Sustriak y Josenea.

Josenea, es un centro de inserción socio laboral cuyo objetivo es la inserción de personas en exclusión social utilizando como medio la creación de pequeños proyectos empresariales. En su sede de Lumbier, entre otras actividades, gestiona los residuos orgánicos domiciliarios generados en la Mancomunidad de Residuos de Sangüesa mediante un sistema de compostaje. También produce plantas aromáticas y medicinales para infusiones así como hortalizas para su venta directa. Por otra parte, Gure Sustriak es una cooperativa de iniciativa social sin ánimo de lucro que se encuentra situada en el pueblo de Olo. Cuenta entre otras actividades con un albergue, un centro de día y una granja escuela con fines terapéuticos y ocupacionales. También se dedica a la producción y comercialización de hortalizas ecológicas y huevos para su venta directa. Con estas actividades ambas empresas desarrollan y potencian los objetivos de sus programas sociales, que es el promover la capacitación profesional y habilidades del ámbito de la formación ocupacional/laboral.

Los documentos arriba indicados se han desarrollado dentro del **Proyecto BIOCOPAS** financiado por el Gobierno de Navarra por la convocatoria de ayudas a proyectos piloto en cooperación para la innovación agraria dentro del Plan Estratégico de la PAC en Navarra 2023-2027.

2. OBJETIVOS

El objetivo general del Piloto es **diseñar, construir y poner en marcha** una instalación para la elaboración de abonos orgánicos mediante vermicompostaje de los residuos orgánicos presentes en ambas localidades. en el contexto de **empresas de economía social** que sea fácilmente replicable en otros contextos del **medio rural**.

Sus objetivos específicos serán:

- Diseñar y construir una **instalación modular piloto** para el vermicompostaje de los residuos orgánicos generados en cada localidad adaptado a personas con capacidades diferenciadas.
- Desarrollar **procedimientos** para personas con capacidades diferenciadas para llevar a cabo la transformación de residuos orgánicos en fertilizantes para su uso local.

3. RESULTADOS

Se han elaborado dos documentos en los que se describen la **instalación modular y los procedimientos** necesarios para llevar a cabo la transformación de los residuos en abonos sólidos (Vermicompost) y líquidos (Extractos de vermicompost).



Componiendo alianzas sociorrurales. **BIOCOPAS**. Elkarlaguntzen landaeremuan
A continuación, se describen brevemente los **principales resultados**.

3.1. INSTALACIONES

El sistema de vermicompostaje desarrollado se presenta en la siguiente imagen.

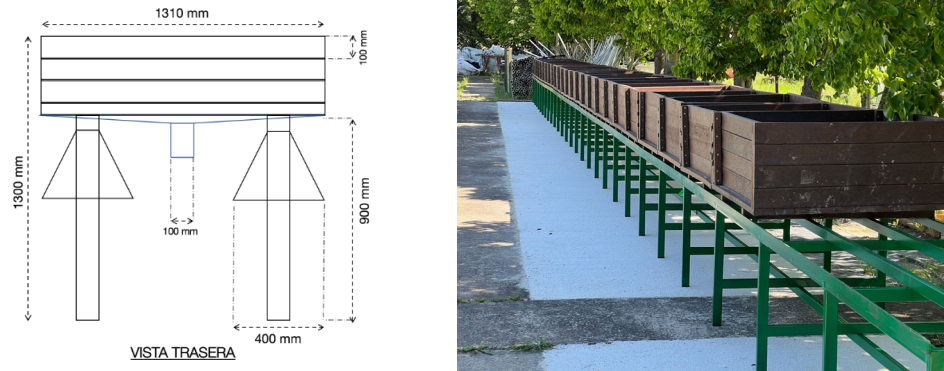


Figura 1. Esquema e imagen de la instalación piloto de vermicompostaje.

El sistema diseñado presenta las siguientes características:

- ✓ Es un sistema simple y robusto, que puede operar en el exterior.
- ✓ Modularidad. Se pueden unir entre sí diferentes unidades para incrementar la capacidad de tratamiento sin que varíe la operatividad de la zona de trabajo.
- ✓ Zona de confort o refugio para las lombrices en caso de que las condiciones del medio se vuelvan poco adecuadas para ellas.
- ✓ Accesible para facilitar las tareas de monitorización y toma de muestras.
- ✓ Facilidad en el manejo. Se puede alimentar con el cazo de una pala mecánica o un tractor. La descarga del material procesado también se puede hacer directamente sobre el cazo de la pala para facilitar su transporte a la zona de procesamiento.
- ✓ Captación de los lixiviados que se puedan generar para dirigirlos a un decantador desde el cual se puede conectar a un sistema externo de almacenamiento.

En Gure Sustraiak se ha instalado un sistema idéntico, pero con dos únicos módulos de proceso (2)

La información detallada se presenta en el anejo 1 de este documento.



Componiendo alianzas sociorrurales. **BIOCOMPAS**. Elkarlaguntzen landaeremuan

3.2. PROCEDIMIENTOS

Para el correcto funcionamiento de la instalación se ha definido una instrucción de trabajo en la que se detallan las condiciones de seguridad, las instrucciones para la preparación de los lechos de lombrices, para la selección y transporte del compost inicial, las instrucciones para la alimentación de los lechos, así como para su monitorización, mantenimiento y vaciado.

Este procedimiento se recoge en el anejo 2 de este documento.

4. CONCLUSIONES

Se ha conseguido diseñar un sistema de vermicompostaje modular adaptado a las particularidades de las empresas Gure Sustraiak y Josenea, **flexible y replicable** en contextos productivos similares del medio rural.

Asimismo, se han desarrollado **procedimientos** para el correcto funcionamiento de las instalacones.

5. ANEXOS

ANEXO 1: Diseño de instalación

ANEXO 2: Manual de manejo



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos



Descripción y diseño de un vermicompostador modular

Preparado para: Josenea BIO, S.L.

Preparado por: Ramón Plana González-Sierra

27 de septiembre de 2024

Número de informe: 24 - 028A



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

Índice

1.- Introducción	2
1.1. - El vermicompostaje	2
2.- El vermicompostador	4
2.1.- Diseño y dimensionamiento	4
2.3.- Capacidad de tratamiento	10
3.- Operativa	10
3.1.- Preparación del lecho	10
3.2.- Alimentación o aporte de residuo fresco	11
3.3.- Mantenimiento y monitorización	12
3.4.- Descarga	13
3.5.- Acople de otras unidades	13



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

1.- Introducción

Desde la empresa de inserción socio-laboral **Josenea BIO** se está liderando el proyecto Proyecto Piloto PDR de cooperación entre empresas sociales para cierre ciclo de la materia orgánica “*Bio Componiendo Alianzas Sociorurales (BioCompAS)*”, junto con la cooperativa **Gure Sustraiak**.

El objetivo principal del proyecto se basa en la generación de sinergias para profundizar en la gestión de residuos orgánicos de manera descentralizada, cerrando el ciclo de la materia orgánica a través de la aplicación del proceso de vermicompostaje a una escala de tratamiento compatible con el de una planta de compostaje como la que actualmente cuenta Josenea BIO en Lumbier (Navarra). Esta planta surgió de un anterior proyecto liderado por Josenea BIO entre los años 2018 y 2019 (“*Proyecto piloto de bioeconomía circular de residuos orgánicos a escala local con dimensión social y formativa*”) y que ha llevado a la empresa a ser un referente en la gestión de los biorresiduos generados en su mancomunidad que realiza mediante una recogida selectiva y un compostaje a escala local.

En el desarrollo del proyecto BioCompAS también se engloba la puesta en marcha de la instalación y su seguimiento, la capacitación de personas en su manejo y gestión, así como aspectos divulgativos y de promoción del proyecto y sus resultados.

Como parte del proyecto se contempla el diseño y construcción de un modelo de vermicompostador con un concepto modular y escalable para la obtención de un vermicompost a partir del material de salida de la fase de fermentación en la planta de compostaje de Josenea. En este documento se presenta el dimensionamiento, descripción y diseño del prototipo de este equipo para el proyecto.

1.1. - El vermicompostaje

A la hora de plantear la aplicación industrial de este proceso biológico de transformación de la materia orgánica hay que tener en cuenta varios aspectos característicos y específicos del proceso:

1. La eficiencia del proceso radica en tener una población de lombrices adecuada (densidad de individuos) y mantener las condiciones de humedad, temperatura y ciertas características químicas del medio. Para ello es imprescindible conocer y controlar la composición y estado del residuo o material con las que se alimenta a las lombrices. Además, esto implica que el tiempo de arranque de cualquier proceso estará directamente ligado al tiempo necesario para desarrollar una población de lombrices proporcional a la capacidad de tratamiento que se desee alcanzar.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

2. A escala industrial, es especialmente complejo controlar la temperatura ambiental, con lo que en los sistemas simples de tratamiento se ha de asumir diferentes eficiencias en la capacidad de procesamiento entre las épocas frías frente a las de temperaturas templadas o cálidas.
3. No es un proceso continuo. La alimentación de los lechos se realiza cada cierto tiempo. Lo más habitual es una frecuencia de una vez por semana.
4. Aunque se pueden monitorizar automáticamente ciertos parámetros clave del proceso (temperatura, pH, riego...), hay otras variables de control muy específicas que necesitan ser medidas de forma manual: número de individuos por m², número de cápsulas, estado sexual de las lombrices....
5. Parte del proceso de tratamiento es la separación final del producto resultante (vermicompost) de las lombrices que lo pueblan. Aparte de la necesidad de recuperar el mayor número posible de lombrices para mantener una población lo suficientemente abundante para garantizar una eficiencia en el tratamiento, las condiciones de humedad y densidad del producto dificulta la separación mecánica si antes no se realiza un secado del vermicompost. Esta fase del tratamiento debe integrarse en el protocolo de gestión de cualquier instalación a escala industrial.
6. Es necesario considerar que se debe evitar el acceso de ciertos animales, principalmente aves y roedores, al lecho, ya que se alimentan de lombrices y podrían causar importantes daños a la población.
7. Aunque es un sistema de tratamiento relativamente sencillo, el vermicompostaje es un proceso delicado, ya que depende intrínsecamente de mantener en las mejores condiciones posibles la población de lombrices. Estas no sólo se ven afectadas por la temperatura y la humedad del material. Otros parámetros, como la conductividad y el pH, también tienen un efecto directo en el bienestar de las lombrices y pueden estar relacionados con las condiciones del material que se aporta como alimento. Por tanto, es fundamental seguir en todo momento las pautas que se marquen en el protocolo de trabajo y operación de la zona de vermicompostaje, así como mantener la frecuencia de toma de datos de seguimiento y estado del proceso, para poder diagnosticar y prevenir cualquier problema. Una mortandad o inhibición en la población de lombrices supone un grave problema considerando el tiempo mínimo que será necesario para recuperar el estado anterior del lecho y el número de animales necesario.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

8. Se ha considerado que se emplearán lombrices de las especies *Eisenia andrei* o *Eisenia fetida*, vulgarmente conocida como “lombriz roja de California”, pues son las que para estas latitudes ofrecen mejores aptitudes para el proceso de vermicompostaje, tanto por velocidad de reproducción, capacidad de adaptación al medio y tasa de degradación del residuo orgánico. Además se pueden encontrar en los suelos de la zona ricos en materia orgánica.

2.- El vermicompostador

El punto de partida del diseño del vermicompostador es la capacidad de tratamiento a una escala que se pueda considerar industrial, junto con el mantenimiento de la capacidad de control y manejo simple, sin necesidad de equipos mecánicos específicos.

El material que se use como materia prima para la obtención de vermicompost será compost fresco de biorresiduos de la planta de compostaje de Josenea. Debe haber completado, al menos, la fase de fermentación bajo las condiciones de tratamiento establecidas en el protocolo de trabajo de la instalación y haber sido cribado a un tamaño de partícula máximo de 10 mm.

Otros materiales residuales, como estiércoles compostados (vacuno, equino, ovino, conejo...), podrán también ser considerados como materias primas para la alimentación de los lechos de lombrices.

En cualquier caso, e independientemente del diseño o tipo de vermicompostador, es imprescindible disponer de una analítica representativa completa del residuos a tratar para poder evaluar con garantías su idoneidad para introducirse al proceso.

2.1.- Diseño y dimensionamiento

A la hora de definir el tamaño del vermicompostador se han considerado los siguientes factores:

- A) Que la carga del vermicompostador pueda realizarse mecánicamente mediante el cazo de un tractor o una pala cargadora. Esto nos define una longitud mínima de la unidad.
- B) Que el acceso al material en proceso sea fácil, tanto para la monitorización como para las labores de descarga. Para ello se ha de poder acceder por ambos lados del vermicompostador.
- C) Que el peso total del equipo no limite sus posibilidades de transporte o desplazamiento entre ubicaciones de forma sencilla con la ayuda de algún equipo ya disponible en la planta de compostaje, como sería la pala del tractor.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

Se ha priorizado un diseño modular, de tal forma que se pueda ir incrementando la capacidad de tratamiento incorporando nuevas unidades según vaya siendo necesario. Esta modularidad pasa por integrar en el diseño la capacidad de unir cada módulo entre sí, para convertirlos en un espacio de tratamiento común que permita el desplazamiento de las lombrices entre ellos. A su vez, se han considerado las necesidades de riego y la posibilidad de generación de lixiviados cuyo potencial como producto fitosanitario es elevado, con lo que se facilita su captación, decantación y almacenamiento.

Las principales características del diseño son las siguientes:

- ✓ Es un sistema simple y robusto, que puede operar en el exterior. Aunque no está aislado térmicamente, el tipo de material empleado y sus dimensiones contribuirá a mantener cierto nivel de aislamiento del exterior.
- ✓ Modularidad. Se pueden unir entre sí diferentes unidades para incrementar la capacidad de tratamiento sin que varíe la operatividad de la zona de trabajo.
- ✓ Zona de confort o refugio para las lombrices en caso de que las condiciones del medio se vuelvan poco adecuadas para ellas.
- ✓ Accesible para facilitar las tareas de monitorización y toma de muestras.
- ✓ Facilidad en el manejo. Se puede alimentar con el cazo de una pala mecánica o un tractor. La descarga del material procesado también se puede hacer directamente sobre el cazo de la pala para facilitar su transporte a la zona de procesamiento.
- ✓ Posibilidad de conectarlo a un sistema automatizado de riego para mantener la humedad del lecho.
- ✓ Captación de los lixiviados que se puedan generar para dirigirlos a un decantador desde el cual se puede conectar a un sistema externo de almacenamiento.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

2.1.1.- Descripción

El vermicompostador tendrá una forma de caja rectangular, elevada del suelo por cuatro patas sobre las que se apoya y que cuentan con elementos para evitar que puedan acceder roedores u otros animales hasta el cajón (Figura 1).

Cajón

Las dimensiones totales del cajón serán de 1310 mm de longitud, 560 de anchura y 300 mm de altura en el lado frontal y 350 mm en el lado trasero. El volumen útil interior será de 1250 x 500 x 300 mm (Figura 2), es decir, un total de 187,5 litros (Tabla 1).

El material que conforma las paredes del cajón serán listones de madera plástica, como los empleados en los compostadores comunitarios de tipo modular. Las paredes frontal y trasera únicamente contarán con 3 listones o lamas de 100 mm de altura y 30 mm de grosor (Tabla 1).

Figura 1.- Vista lateral del vermicompostador.

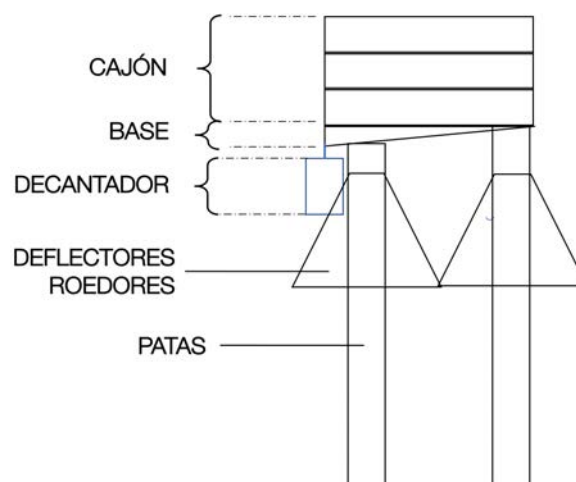


Tabla 1.- Dimensiones del vermicompostador.

Dimensiones			
Longitud (mm)	1310	Pendiente de la base (°)	4,0
Anchura (mm)	560	Longitud base (mm)	501,2
Altura frontal (mm)	300	Grosor lamas (mm)	30
Altura base (mm)	35	Volumen útil del cajón (L)	187,5
Altura trasera (mm)	350	Volumen base (L)	10,9
Altura salidas lixiviados (mm)	5	Volumen total (L)	198,4

Ya que se prevé que la ubicación del vermicompostador sea exterior, se han de considerar las posibilidades de cubrir la parte superior de cajón para proteger su interior de las precipitaciones, de la luz directa del sol y del acceso de aves y otros animales a su interior sin sacrificar su manejabilidad.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

Figura 2.- Dimensiones interiores del vermicompostador en vista en planta y lateral.

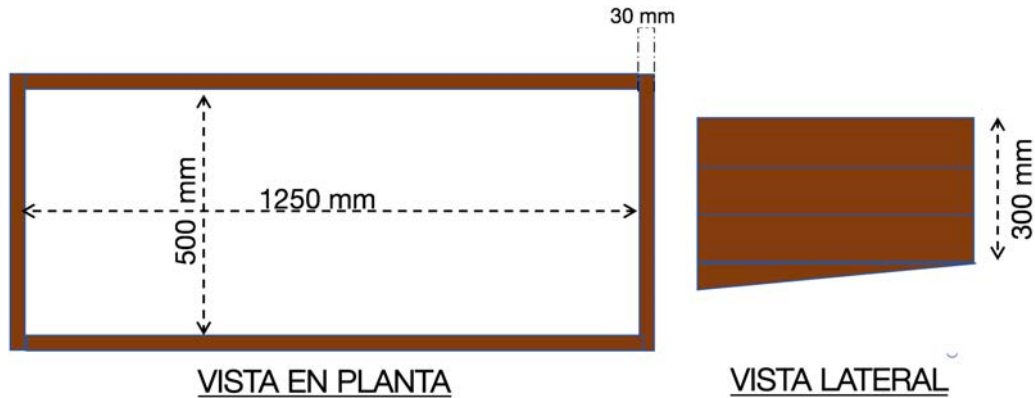
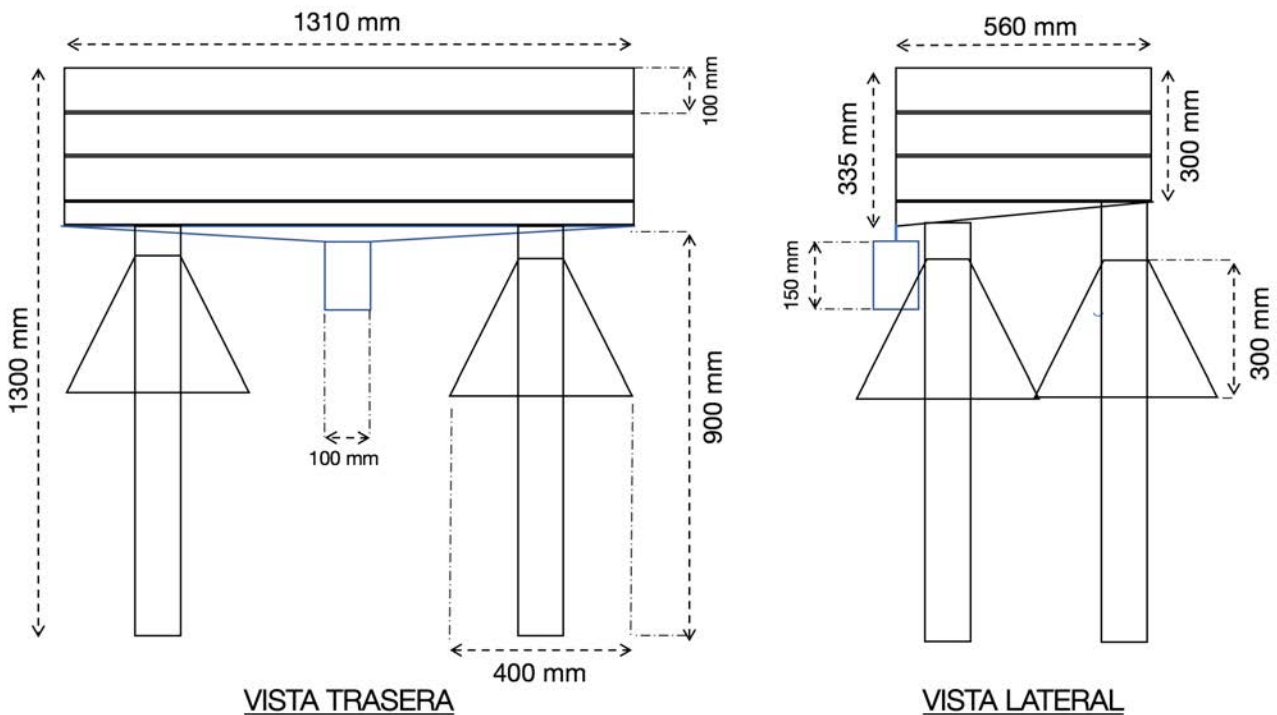


Figura 3.- Dimensiones del vermicompostador en vista trasera y lateral.



La base de la caja no es plana (Figura 3). Presenta una pendiente de no menos de 4° (7 %) hacia la parte trasera de la caja, creando un espacio por debajo del lecho que servirá para facilitar el drenaje de lixiviados que se puedan generar (Figura 3). De esta forma, en los laterales, tendrá una forma triangular de 35 mm de altura, 560 de anchura y una pendiente de 501,2 mm. Este espacio bajo la base del cajón se llenará con arcilla expandida, un material ligero, que no se compactará ni interferirá



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

con el proceso biológico y permitirá que los lixiviados puedan fluir sin acumularse. Al final de la pendiente, a través de hendiduras en la base de la pared de la caja, el lixiviado caerá a un canal de captación que lo conducirá hasta el decantador.

Captación de lixiviados

Se ubica en la parte trasera del cajón. En la parte inferior del lado trasero del cajón la lama presentará una serie de orificios o hendiduras de una altura mínima de 5 mm por donde saldrán los lixiviados recogidos en la base triangular del cajón descrita en el punto anterior (Figura 3).

Un canal de PVC a dos aguas (15 mm de sección) convergirá a dos aguas hacia el centro del cajón, donde se ubicará el decantador. Este consistirá en un cilindro de PVC de 100 mm de diámetro interior y 150 mm de altura interior, lo que le da un volumen útil de 1,2 L. Se aconseja que el fondo sea una tapa de rosca, que permita retirarla y limpiar su contenido fácilmente. Dispondrá de una boca de salida de 1 cm de diámetro a una altura de 130 mm desde el fondo. A esta boca se podrá conectar una manguera flexible para canalizar el lixiviado tras decantación hasta algún depósito o recipiente donde se desee recoger y almacenar.

Patatas

Para facilitar el acceso y las tareas manuales a realizar sobre el lecho, la altura máxima del mismo debería ser de 1300 mm, con lo que las patas de apoyo deberán tener una altura de 900 a 935 mm, dependiendo de si son las de la parte frontal o de la trasera (Figura 3).

La masa del conjunto de cajón y material en proceso se estima en menos de 200 kg, con lo que este ha de ser el peso de referencia que deben ser capaces de sostener. El material de construcción puede ser madera natural para reducir costes, pero cualquiera que sea el material, es fundamental que esté tratado para resistir las condiciones a la intemperie en la zona.

Otro factor importante es que las patas deben contar con deflectores de roedores, que impidan el acceso de ratones u otros animales hasta el cajón. Se recomienda que sean de forma cónica (40 cm de diámetro) en material, preferentemente flexible, que facilite tanto las labores de trabajo como la ubicación de nuevos vermicompostadores a continuación. Deben estar instalados a no menos de 60 cm del suelo y, preferiblemente, con abrazaderas que permitan retirarlos y volver a colocarlos en cualquier momento.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

Sistema de riego

Siendo la humedad un factor clave del proceso de vermicompostaje, es necesario contar con la posibilidad de aportar agua al lecho cuando se desee, ya que los valores de este parámetro en el material han de mantenerse por encima del 70 % en todo momento. Esta tarea puede ser automatizada o manual, a conveniencia de cada proyecto y ubicación.

De forma manual puede hacerlo directamente cualquier operador con una manguera con pulverizador, ya que en cualquier caso nunca se puede aportar agua directamente a chorro.

Si se desea automatizar se puede instalar sobre el perfil del lado trasero del cajón un circuito de riego con las características que se muestran en la Tabla 2. Este circuito se conectaría por uno de sus extremos a un sistema de riego temporizado de los utilizados habitualmente en jardinería o en horticultura. En el extremo contrario tendría una válvula o llave de paso que, en caso de instalar un nuevo vermicompostador junto al primero, se pueda unir al circuito de riego de esta segunda unidad, de tal manera que con el mismo sistema de riego se controle el riego de las dos unidades o de las demás que pudieran unirse.

Los microaspersores deben dar un arco de riego de 45° mínimo para poder cubrir toda la superficie del lecho de vermicompostaje.

La frecuencia de riego variará entre las épocas del año y las condiciones ambientales. Lo habitual, para las características de que se muestran en la Tabla 1, es realizar uno o dos riegos diarios de una duración de unos 2 minutos, pero este factor debe ser revisado periódicamente durante la operación del vermicompostador.

Tabla 2.- Parámetros de dimensionamiento del sistema de riego para cada vermicompostador.

Riego	
Diámetro tubería (mm)	25,4
Diámetro tubería (")	1
Caudal estimado (L·min ⁻¹)	25
Presión (bar)	0,7
Nº microaspersores	6



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

2.3.- Capacidad de tratamiento

Se estima que cada unidad podrá ser alimentada anualmente con unos 1400 a 1500 kg de compost fresco procedente de la planta de compostaje de Josenea. Con esta cantidad de materia prima y considerando condiciones óptimas de proceso en el lecho de lombrices, se podría estar produciendo entre 850 y 900 kg de vermicompost anualmente.

En la Tabla 3 se presentan los datos de dimensionamiento de cada unidad.

Tabla 3.- Parámetros de dimensionamiento de la capacidad de tratamiento de vermicompost por unidad.

Parámetro	
Aporte semanal (mm)	80
Aporte semanal (L)	50
Aporte semanal (kg)	25 - 30
Semanas anuales	52
Capacidad tratamiento (kg·año ⁻¹)	1400 - 1500
Producción vermicompost (kg·año ⁻¹)	850 - 900
Tiempo de llenado (semanas)	8,0
Lotes anuales	6 - 7
Vermicompost producido por lote (kg)	132

3.- Operativa

El manejo del vermicompostador comprende diferentes fases:

1. Preparación del lecho
2. Alimentación o aporte de residuo fresco.
3. Mantenimiento y monitorización.
4. Descarga.

3.1.- Preparación del lecho

En la base del cajón, el espacio triangular descrito en el punto anterior se debe llenar con unos 10 - 12 litros de arcilla expandida (Figura 4). Esto permitirá que los lixiviados puedan drenar por los orificios



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

de salida al canal de captación. Sobre este lecho se colocará en toda la superficie una malla plástica de luz cuadrada de 5 mm que evitará la caída de material del lecho hacia la base del cajón.

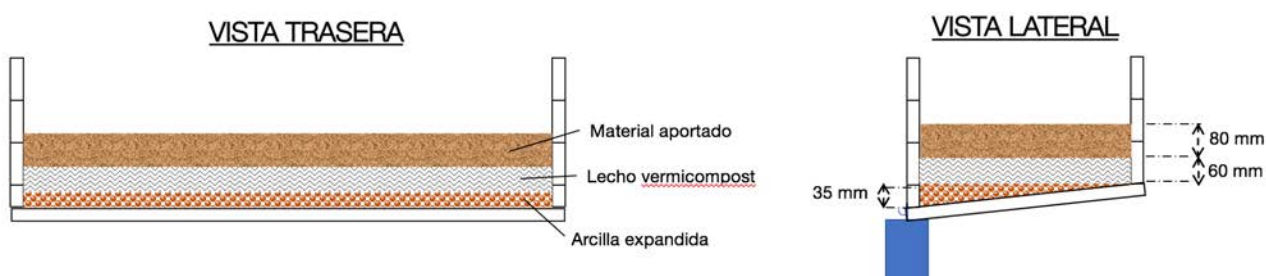
Por encima de esta malla se extenderá por toda la superficie un lecho de vermicompost maduro hasta una altura de 60 mm, que equivale aproximadamente a un total de 40 litros (Figura 4). En este material se inocularán las lombrices que van a desarrollar el proceso y les servirá de refugio en caso de que las condiciones ambientales se vuelvan inadecuadas para ellas. En caso de que la humedad no sea la correcta se realizará un riego hasta alcanzar una humedad mínima del 70 %. Es recomendable dejar el lecho durante tres días sin recibir alimentación, para completar la aclimatación de la población de lombrices.

A partir de este momento el lecho está preparado para ser alimentado con el residuo a vermicompostar.

3.2.- Alimentación o aporte de residuo fresco

Es necesario recordar que hay que tener la total garantía de que el material que se use para alimentar el vermicompostador reúne las características adecuadas para no dañar a la población de lombrices.

Figura 4.- Distribución de las diferentes capas del lecho en el vermicompostador en vista trasera y lateral.



Los aportes de residuo a tratamiento se realizarán por la parte superior del lecho, disponiendo el material en una capa superficial de no más de 80 mm de altura que cubra la superficie de vermicompost (Figura 4). La cantidad de alimento puede variar según el estado de la población de lombrices, tanto porque la densidad de población todavía sea escasa como porque la temperatura ambiental sea baja y la actividad de las lombrices esté reducida.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

Se prevé que la frecuencia de aporte será semanal, pero esto siempre y cuando las condiciones del medio lo permitan y se compruebe que se ha degradado suficientemente la anterior capa de alimento aportada.

Este aporte se puede realizar fácilmente con el apoyo del cazo de un tractor con pala o una pala cargadora, que puede verter directamente su contenido sobre el lecho para después ser extendido por los operarios con rastrillos y/o azadas. Es necesario recordar que las paredes del reactor están formadas por lamas extraíbles, al estilo de los compostadores comunitarios, lo que facilita el acceso al lecho si se retiran la lama superior y media en las primeras aportaciones.

Tras la alimentación se recomienda tapar el material con una capa de material aislante que permita la transpiración. Puede ser simplemente una capa de paja o similar, que se integra en el material orgánico, o una lona semipermeable¹ si la ubicación del vermicompostador no permite que los rayos del sol incidan directamente sobre la superficie del cajón. Esta capa se retirará antes de cada nuevo aporte de alimento.

3.3.- Mantenimiento y monitorización

El seguimiento y mantenimiento del lecho se compone de diferentes tareas específicas. Por un parte la monitorización de parámetros de proceso que se pueden medir directamente (temperatura, pH, conductividad...) y los que han de ser cualitativos o tomar una muestra para su análisis en laboratorio (humedad, porosidad, densidad de población, olor...). La frecuencia de medición cambiará durante el tiempo, según la experiencia y la capacidad de manejo del sistema y los operarios se vaya incrementando y no haya variaciones notables en las condiciones ambientales. Inicialmente se recomienda que no sea inferior a tres veces por semana.

El manejo del lecho incluye controlar que la humedad es adecuada, lo que se puede hacer de forma cualitativa. En caso de no serlo puede ser necesario variar la programación del riego automático (si se utiliza) o realizar riegos extra de forma manual. En caso de exceso de humedad se dejará el lecho descubierto y se utilizarán los rastrillos para remover suavemente el material para favorecer la evaporación.

El mantenimiento también incluirá comprobar el estado del decantador de lixiviados y, si se están recogiendo, del depósito empleado para su almacenamiento. Periódicamente se ha de vaciar y limpiar el decantador, para lo que se desenroscará la base del mismo para poder realizar estas acciones con facilidad.

¹ Del tipo anti-césped o anti-hierba evitando que sea de color negro.



Ramón Plana - Dr. en Biología - Consultor en Tratamientos Biológicos de Residuos Orgánicos

3.4.- Descarga

Cuando se haya completado el llenado del vermicompostador (se estima en 8 semanas), se deberá decidir en qué momento se vacía el lecho, según como se quiera gestionar la población de lombrices².

Para ello se retirarán las lamas de la cara frontal del vermicompostador y los deflectores de roedores (se recomienda que sean fácilmente removibles). El cazo de la pala cargadora se colocará por debajo del cajón, junto a las patas y, con la ayuda de rastrillos y/o azadas se irá retirando capas de vermicompost y se irán vertiendo en el cazo. Esta operación se repetirá hasta llegar a la capa inicial de vermicompost o, como máximo, a la malla plástica de separación de la base.

3.5.- Acople de otras unidades

Como se comentó en el apartado de descripción y diseño, el concepto de este vermicompostador es que se trata de unidades modulares que pueden acoplarse entre sí. En caso de que se desee incrementar la capacidad de tratamiento se dispondrá de otro vermicompostador al lado del primero, poniendo en contacto directo el lateral derecho de una unidad con el izquierdo la otra y se retiran las lamas que conforman ambas paredes laterales. De esta forma, los lechos que se formen en las dos unidades estarán en contacto directo.

Entre una unidad y otra, por la cara interior, se dispondrá una tira flexible de polietileno de alta densidad (PEAD) de 200 mm de anchura y que llegue hasta la altura de la primera lama de las paredes frontal y trasera. Esto evitará que percolen lixiviados por la separación entre ambas unidades y garantizará la continuidad entre los lechos de ambos vermicompostadores.

Los sistemas de riego de ambas unidades se unirán mediante un tubo flexible del diámetro adecuado que unirán las válvulas de ambos extremos.

De esta manera se podrán ir añadiendo nuevas unidades de vermicompostadores a lo largo. Esto facilita el manejo de los lechos, ya que serán perfectamente accesibles desde la parte frontal y la parte trasera de los vermicompostadores, no se variará la operatividad de cada unidad y, a su vez, se podrá incrementar la capacidad de tratamiento.

Las uniones laterales entre vermicompostadores permitirá que las poblaciones de lombrices se desplacen entre unidades, lo que facilita las estrategias para conseguir retirarlas del vermicompost ya acabado sin pérdidas importantes del número de individuos.

² Esta parte se definirá en el protocolo de funcionamiento del vermicompostador.

<i>PUESTO / ACTIVIDAD</i>	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA

Autor: Ramón Plana González-Sierra

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

1.- OBJETO	4
2.- ALCANCE	4
3.- RESPONSABILIDADES.....	5
4.- CONDICIONES DE SEGURIDAD	5
5.- DESARROLLO	6
5.1.- Preparación de los lechos de vermicompostaje	6
5.2.- Selección y transporte de compost	7
5.3.- Alimentación de los lechos de vermicompostaje	9
5.4.- Monitorización de los lechos de vermicompostaje – parámetros físico químicos	12
5.4.1.- Estado del lecho	13
5.4.2.- Generación de lixiviados.....	22
5.4.3.- Estado de las lombrices	23
5.5.- Monitorización de los lechos de vermicompostaje – parámetros poblacionales.....	25
5.5.1.- Densidad de población de lombrices.....	26
5.5.2.- Análisis del estado de la población de lombrices	36

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES
5.6.- Retirada del producto (vermicompost)	39
5.7.- Mantenimiento del lecho de cría	42
ANEXO I – PRUEBA DE SUPERVIVENCIA	43
A1.- Objetivo	43
A2.- Metodología	43
A2.1.- Material	44
A2-2.- Metodología.....	44
ANEXO II – PLANTILLA MONITORIZACIÓN	46
A1.- Objetivo.....	46

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

1.- OBJETO

Establecer las condiciones y protocolos de trabajo en la gestión de la planta de vermicompostaje para obtener un vermicompost con unas condiciones adecuadas para ser trasladado a su pos procesamiento para uso.

2.- ALCANCE

Todas las actividades relacionadas con el proceso de tratamiento en planta.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

3.- RESPONSABILIDADES

PUESTO	RESPONSABILIDADES
Responsable técnico	- Realizar las IT de los procesos, coordinación con los responsables del organismo autónomo para el proyecto y con Asesor externo, además de seguimiento del proceso de descrito en esta instrucción.
Personal de Josenea	- Cumplir indicaciones generales para determinar qué compost se usa como alimento de los lechos y los registros pertinentes de manejo.

4.- CONDICIONES DE SEGURIDAD

- Usar los EPIs necesarios en las operaciones de planta y manejo de vehículos.
- Guantes de protección biológica y anticorte.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

5.- DESARROLLO

5.1.- Preparación de los lechos de vermicompostaje

En el caso de que se vaya a alimentar los lechos por primera vez es necesario prepararlos con antelación para asegurar que se encuentra en condiciones adecuadas para la actividad y desarrollo de las lombrices cuando se aporte el alimento.

En la base del cajón se debe llenar con unos 15-20 litros de arcilla expandida, grava o material similar de unos 30 mm de diámetro. Debe ser un material árido e inerte. Esto permitirá que los lixiviados puedan drenar por hacia el canal de captación. Es recomendable que sobre este lecho se coloque en toda la superficie una malla plástica de luz cuadrada de 5 mm que evitará la caída de material del lecho hacia la base del cajón.

Por encima de esta malla se extenderá por toda la superficie un lecho de vermicompost maduro hasta una altura de 60 mm, que equivale aproximadamente a un total de 40 litros. En este material se inocularán las lombrices que van a desarrollar el proceso y les servirá de refugio en caso de que las condiciones ambientales se vuelvan inadecuadas para ellas.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

Es recomendable dejar el lecho durante tres días sin recibir alimentación, para completar la aclimatación de la población de lombrices. Se cubrirá con la manta de riego para poder ajustar la humedad del lecho en este tiempo (al menos un 70 %). El método de evaluación de la humedad se describe en el punto 5.4.1. de este documento.

A partir de este momento el lecho está preparado para ser alimentado.

5.2.- Selección y transporte de compost

El manejo de los lechos de vermicompostaje se inicia con la selección de cuál es el lote de compost que está en las condiciones más adecuadas para ser empleado como alimento de las lombrices.

Las condiciones mínimas que debe cumplir son las siguientes:

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

1. El compost debe estar cribado a un tamaño de partícula de unos 10 mm. Compost sin cribar no debe ser utilizado para alimentar los lechos de lombrices.
2. Haber completado un mínimo de 4 semanas en fase de fermentación, con temperaturas que hayan alcanzado valores termófilos (> 55 °C) durante no menos de una semana de forma continuada.
3. Se debería dar preferencia a que el compost haya completado además una fase de maduración.
4. Si no se tratara de compost de biorresiduos (el habitual que se produce en la planta de compostaje de Josenea BIO, S.L.), o se tuviera dudas sobre su trazabilidad, es altamente recomendable tomar una muestra representativa del compost y realizar en ella una prueba de toxicidad con lombrices del lecho (descrita en el Anexo I).
5. Contando con la capacidad actual de los lechos de vermicompostaje (25 unidades) de la planta es suficiente con recoger una carretilla de compost a la semana. Se procurará retirar manualmente elementos impropios que pudiera contener: plásticos, vidrios, metales... Esta carretilla se llevará hasta la zona de vermicompostaje para su uso.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

6. Siguiendo el protocolo establecido de trazabilidad de la planta de compostaje, se registrará el origen y cantidad del compost recogido, junto con la fecha y personal a cargo.

Rellenar la hoja de control considerando los datos de trazabilidad del lote, incluyendo la identificación del lecho/s en el que se aportará creada o a la que se aportó el nuevo residuo. Esta hoja se llevará a registro en administración.

5.3.- Alimentación de los lechos de vermicompostaje

La alimentación de los lechos se realizará de forma semanal, para dar tiempo a que las lombrices puedan introducirse en el nuevo material y comenzar a alimentarse de él. Si se trata de un material diferente al compost de la planta de Josenea se deberá haber realizado antes una prueba de toxicidad con lombrices del lecho (Anexo I).

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

Se retirará la lona de riego y cualquier otro elemento que haya sobre el lecho. Se aprovechará para evaluar el estado de la población de lombrices de una forma cualitativa, principalmente para comprobar que estas se encuentran distribuidas de forma homogénea en toda la superficie del lecho y la humedad es adecuada. En caso de no ser así se deberá considerar si es adecuado humedecer el lecho antes del aporte con manguera o regaderas.

Se comenzará la rehumectación del compost en la carretilla, para aportarlo ya al lecho con una mínima humedad, en torno al 60 %. Para evaluar el nivel de humedad se realizará la prueba del puño (ver punto 5.4.1.).

- Humedad: medida mediante el “método del puño”.
 - o Humedad muy baja: aportar al menos cuatro regaderas de agua al compost en la carretilla mientras se remueve el material.
 - o Humedad baja: aportar dos regaderas de agua al compost en la carretilla mientras se remueve el material.
 - o Humedad normal: sin acción inmediata.
 - o Humedad alta: sin acción inmediata.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

El compost humedecido se extenderá sobre el lecho, utilizando palas y/o rastrillos, en una capa homogénea de unos 50 a 80 mm de altura en toda la superficie. La altura de esta capa puede variar en función de la densidad y estado de la población de lombrices. En este sentido es preciso recordar que en las temporadas de frío los lechos estarán más inactivos y la dosificación de alimento deberá ser inferior para no saturar el vermicompostador.

Una vez completada la alimentación se cubrirá el lecho con la manta de riego y con la cubierta para prevenir pérdidas de humedad y protegerlos de la luz directa del sol.

Si alguno de los lechos colindantes ya se encuentra activo y en fase de alimentación, se procurará que el material quede en contacto directo con las paredes divisorias. Estas paredes, al estar formadas por listones con una separación entre ellos, permiten el paso de lombrices de un lecho a otro.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

5.4.- Monitorización de los lechos de vermicompostaje – parámetros físico químicos

Distinguiremos dos tareas diferentes en cuanto a la recogida de datos de monitorización sobre el estado y evolución de los lechos:

1. Estado del material: se realiza al menos dos veces por semana. Se miden parámetros cuantitativos y cualitativos:
 - a. Temperatura (cuantitativo)
 - b. Humedad (cualitativo)
 - c. Olor (cualitativo)
 - d. Presencia de insectos (cualitativo)
 - e. Presencia de lombrices (cualitativo)
 - f. Lixiviados generados (cuantitativo)
 - g. Olor de lixiviados (cualitativo)
2. Estado de la población de lombrices: se realiza al menos una vez al mes. Se miden parámetros cuantitativos y cualitativos sobre una muestra del lecho de un volumen conocido:

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

- a. Número de lombrices
 - i. Juveniles
 - ii. Adultas
 - 1. Adultas con clitelo (anillo)
 - 2. Adultas sin clitelo (sin anillo)
- b. Número de cápsulas o capullos.

5.4.1.- Estado del lecho

Temperatura

Antes de comenzar, debe registrarse la temperatura ambiente colocando la misma sonda a la sombra, evitando que la punta entre en contacto con cualquier superficie (no debe apoyarse en el suelo ni en otros elementos).

La temperatura del lecho se medirá en tres puntos: el centro y dos esquinas, manteniendo siempre una distancia mínima de 10 cm respecto a las paredes.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

Dado que la altura del material en el lecho variará con el tiempo, no es posible fijar una profundidad constante de medición. En su lugar, se recomienda introducir la sonda aproximadamente hasta la mitad de la altura del material existente en ese momento.

- Si la temperatura media del lecho es superior a 25 °C se debe evaluar la conveniencia de incrementar la frecuencia de riego para enfriar el material.
- Con una temperatura media por debajo de 15 °C se hace recomendable revisar las condiciones de manejo del lecho. La primera medida que se debería plantear es reducir o incluso detener la aportación de alimento al lecho, ya que la actividad degradativa de las lombrices a estas temperaturas es muy limitada y se podría acabar acumulando alimento fresco en el lecho que no es procesado por ellas.
- En caso de la temperatura del lecho descienda por debajo de los 10 °C es recomendable protegerlo, bien con una manta térmica o con una capa de paja de no menos de 10 cm de espesor sobre toda la superficie. No se puede continuar la alimentación del lecho en estas condiciones.
 - Como alternativa, especialmente en momento de heladas, cuando ya se tenga una experiencia en el manejo de los lechos y en el cuidado de las poblaciones de lombrices,

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

se podría considerar como alternativa aportar una fina capa de estiércol de caballo semicompostado. El calor que su degradación biológica desprendería, permitiría mantener a las lombrices en un rango de temperatura mínimo que garantizara su supervivencia durante esos períodos críticos.

Junto con la medición de temperatura, en los mismos puntos se deben tomar datos de parámetros cualitativos del estado del lecho: humedad, olor, homogeneidad, porosidad, lixiviación y presencia de insectos (especialmente hormigas).

Humedad

Se medirá mediante el “método del puño” prestando atención a evitar dañar lombrices o cápsulas en el proceso. Para ello se revisará previamente que no aparezcan en el material recogido en la palma de la mano antes de realizar la presión.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Humedad muy baja: el material se desmenuza, no mantiene la forma del puño y la palma de la mano apenas se humedece. Se debe realizar un riego inmediato con regadera/s sobre el punto (o el lecho si fuera necesario). Incrementar la frecuencia del sistema de riego y revisar el estado de la humedad al día siguiente. Reprogramar el riego en consecuencia.
- Humedad baja: el material no mantiene la forma del puño cerrado y la palma de la mano casi no queda manchada y poco húmeda. Hay que realizar un riego inmediato con regadera/s sobre el punto (o el lecho si fuera necesario). Incrementar la frecuencia del sistema de riego y revisar el estado de la humedad al día siguiente. Reprogramar el riego en consecuencia.
- Humedad moderada: el material conserva la forma del puño cerrado y la palma de la mano queda ligeramente húmeda y manchada. Se deben valorar las circunstancias ambientales (época del año, temperaturas ambientales de los últimos días, posibles precipitaciones....) y actuar sobre la programación del riego en consecuencia.
- Humedad alta: el material conserva la forma del puño cerrado y al apretar se liberan gotas de lixiviado. En este caso no es necesario realizar ninguna acción.
- Humedad excesiva: el material tiene la textura de barro muy húmedo y al apretarlo chorrea lixiviado. Esta situación iría acompañada de mal olor en el lecho, incluso presencia de mosquitas.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

Se debería reducir la frecuencia de riego, remover la superficie y añadir material seco (compost) para equilibrar la humedad.

Olor

Se consideran tres categorías de olor:

- Olor dulce: estado normal, no es necesario realizar ninguna acción.
- Olor ácido: condiciones de proceso inadecuadas. Posible exceso de humedad y/o falta de porosidad. Es necesario remover con movimientos suaves la capa superior del lecho con un rastrillo para eliminar costras y airearla. Evaluar si es preciso incorporar material seco.
- Olor podrido: el material tiene una severa falta de oxígeno por exceso de humedad y/o falta de porosidad. Si el material alcanza este estado (antes habrá pasado por una etapa de olor ácido) las lombrices no pueden sobrevivir y, en el mejor de los casos, se habrán alejado de las zonas anaerobias hacia los laterales del lecho. En ese caso se debe orear todo el lecho y aportar material seco para corregir el exceso de humedad y obtener condiciones homogéneas en todo el

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

lecho. En caso de que la población de lombrices hubiera quedado seriamente reducida habría que comenzar de nuevo el proceso de inoculación y puesta en funcionamiento del lecho.

Homogeneidad

Las condiciones y apariencia del material deben ser coincidentes o, por lo menos, muy similares en todo el lecho. De encontrarse zonas donde no fuera así por una diferente altura, textura, color, humedad, apariencia u otra característica del material, esta deberá ser anotada en el boletín de seguimiento. En el caso de referirse a la humedad se deberá actuar como ya se ha expuesto anteriormente.

Porosidad

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

Se debe prestar atención de la resistencia del material a la hora de introducir la sonda de temperatura en el lecho. Si entra con suavidad y sin esfuerzo se considera que la muestra tiene una porosidad óptima.

Si se aprecia que el material está compactado se deberá revisar su humedad y olor (si no se ha hecho antes) y actuar en consecuencia.

Presencia de insectos

Hay dos tipologías principales de insectos que pueden aparecer en el lecho de lombrices.

- Pequeñas moscas (dípteros): se trataría de moscas de la fruta y otros tipos de pequeñas moscas ligadas a ambientes húmedos. Su presencia, si no está ligada a otros parámetros expuestos (olor, exceso de humedad...) no es señal de alarma, pero indican que la población de lombrices no está siendo muy activa y/o la superficie del lecho está compactada y, en consecuencia, hay zonas superficiales donde hay condiciones próximas a la anaerobiosis.
 - Remover la superficie del lecho de forma suave con un rastrillo.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Comprobar las condiciones de los demás parámetros de monitorización (principalmente temperatura, humedad y olor) y realizar las acciones pertinentes.
- Mosca común: la presencia de moscas comunes (*Musca sp.*) como adultos o como larvas en el lecho es un indicador de mal estado del proceso y de la población de lombrices. Es posible que se haya usado un compost no estabilizado o un residuo fresco como alimentación
- Hormigas: si se detecta la presencia activa de hormigas en el lecho es un indicador de que las condiciones del material no han sido atendidas de forma adecuada (habitualmente una humedad limitada) y, en consecuencia, la actividad de las lombrices está inhibida y/o que su población es insuficiente para el volumen de material. En ese caso se debe atender las condiciones de humedad del lecho, con los riegos que sean necesarios hasta recuperar una humedad en torno al 80 %. Igualmente, se debería revisar el pH del material, para garantizar que este tuviera un valor superior a 7.
- Ácaros: no es extraño detectar la presencia de ácaros en la superficie del material, en densidades de población variables. No es una señal de problemas y suele estar relacionado con la disponibilidad de hongos ligados a la descomposición de restos de celulosa o lignocelulosa en el material.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Artrópodos (tijeretas, ciempiés...): son depredadores de lombrices, por lo que se debe considerar una señal de peligro y retirarlos inmediatamente del lecho. Habitualmente son solitarios, pero en las siguientes semanas se debe revisar específicamente por la posible presencia de otros individuos en los lechos.
- Roedores: También son depredadores de lombrices. El diseño del lecho debería dificultar su acceso al mismo, pero no lo hace imposible. Además, con la actividad de manejo, monitorización y control de los lechos, no deberían darse las condiciones para que permanezcan en él. En caso de detectarse algún roedor o algún orificio en el material que usen como madriguera se debe:
 - Remover y mezclar totalmente todo el material del lecho.
 - Revisar el sistema de riego y la humedad del material del lecho. Se recomienda incrementar su frecuencia y que la humedad llegue a valores máximos (sin exceder los límites) para que el medio sea totalmente incómodo para los roedores.
 - Revisar los otros lechos contiguos a este para comprobar que no hubiera también evidencias de su presencia en ellos.
 - Hacer comprobaciones frecuentes en los lechos, al menos una al día, para crear ruido y movimiento en la zona.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

- Limpiar y desbrozar los alrededores de los lechos, para evitar que haya zonas de hierbas altas por donde puedan acercarse roedores.

5.4.2.- Generación de lixiviados

Junto con la toma de datos del estado del material en el lecho se debe también comprobar el estado del depósito de lixiviados asociado a este.

- Comprobar el circuito de captación y canalización de los lixiviados hasta el depósito para asegurar que no hay ninguna obstrucción y el líquido puede discurrir sin problemas.
- Registrar el volumen del lixiviado recogido en el depósito. En caso de que se haya dado un desborde este se deberá apuntar e intentar evaluar si ha sido:
 - Leve: ha sido poca cantidad que apenas ha humedecido el suelo alrededor del depósito.
 - Moderado: se aprecia un reguero de lixiviado alrededor del depósito hasta unos 20 cm de distancia de la base.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

- Cuantioso: la cantidad desbordada se ha extendido más allá de 20 cm de distancia de la base en varios regueros.
- Gestionar el lixiviado según se haya dispuesto en la planta. Es decir, trasvasarlo a otro depósito para su postratamiento y uso o para su retorno al lecho como riego.

5.4.3.- Estado de las lombrices

Aunque en el siguiente punto se describen los protocolos específicos para monitorizar el estado de las poblaciones de lombrices, durante la realización de los protocolos aquí descritos para el estado de los lechos (temperatura, humedad, olor,...) se encontrarán lombrices en la manipulación del lecho. Se deberá prestar atención a su estado:

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

- a) ¿Se han encontrado lombrices en todos los puntos muestreados?
- b) ¿Se encuentran activas?
- c) ¿Había lombrices con clitelo?
- d) ¿Se encontraron juveniles?
- e) ¿Todas tienen color normal (rojizo – parduzco)?

Si la respuesta a estas cinco preguntas es afirmativa no habría motivo de alarma, pero en caso de que más de dos preguntas tuvieran respuesta negativa sería necesario realizar un análisis específico para determinar el estado de la población de lombrices.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

5.5.- Monitorización de los lechos de vermicompostaje – parámetros poblacionales

El manejo de los lechos también pasa por conocer el estado de la población de lombrices en cada lecho para poder realizar un diagnóstico y tomar las acciones que puedan ser necesarias para optimizar sus condiciones.

Inicialmente estos parámetros o estos métodos no implican la misma frecuencia o periodicidad que los del estado del lecho (descritos en el punto anterior), pero puede ser necesario realizarlos más a menudo si se detectan problemas puntuales que afectan directamente a la población de lombrices, tal y como se comentaba en el punto 5.4.3. (Estado de las lombrices). Por tanto, distinguiremos dos tipos de análisis o de monitorización de las poblaciones:

- Análisis de la densidad de población, donde se tomará una muestra representativa de un volumen determinado del material del lecho y se contabilizará el número de individuos y su estado (juvenil, adulto o adulto clitelado, que son descritos más adelante). La frecuencia con la que se realiza variará según la edad del lecho.
- Análisis del estado de la población, que se realiza a la vez que el de densidad, aunque en caso de necesidad (potenciales problemas detectados) se puede realizar específicamente.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

5.5.1.- Densidad de población de lombrices

Se pretende determinar el número de lombrices (adultas, juveniles y capullos) por unidad de área para evaluar el estado del cultivo.

Materiales necesarios:

- Recipientes de muestreo de área conocida y de una profundidad no inferior a los 5 cm. Se recomienda, como mínimo, emplear tarrinas plásticas cilíndricas de 500 ml de volumen, de 12 cm de diámetro interior y 6 cm de altura.
- Pala de jardín o similar para manipular el material del lecho.
- Una bandeja plástica grande, preferiblemente de color blanco, donde se realizará la separación.
- Pinzas metálicas de puntas redondeadas.
- Báscula de precisión de laboratorio (margen de error de $\pm 0,1g$) en el caso de que se vaya a hacer un análisis del estado de la población.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

Procedimiento:

- Selección de puntos de muestreo:
 - a) Tomar muestras en los extremos y en el centro de cada lecho (3 x lecho).
 - b) Realizar las mediciones en las primeras horas de la mañana.
- Extracción de la muestra:
 - a) Insertar las tarrinas en los puntos del lecho escogidos.
 - b) Presionar con cuidado hasta que la tarrina o el recipiente se entierre completamente en el material.
 - c) Retirar las tarrinas sin perder su contenido y trasladarlas en la bandeja hasta la zona de trabajo.
- Conteo de individuos:
 - a) Ir vertiendo poco a poco el contenido de cada tarrina sobre la bandeja e ir retirando con las pinzas las lombrices que se encuentren en el material. Se depositarán en un tarrina como las de

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

muestreo limpia y con un papel de cocina empapado en agua en el fondo. Se recomienda tener a mano una tarrina o vaso con agua limpia para ir lavando las pinzas.

- b) Se contarán los individuos y se clasificarán según:
 - a. Juveniles, de pequeño tamaño (2 – 15 mm) y color rosáceo.
 - b. Adultas sin clitelo, de tamaño superior a 15 mm pero que no presentan el anillo blanquecino – dorado (clitelo) en la parte anterior del cuerpo.
 - c. Adultas con clitelo, las que presentan este anillo que las identifica como maduras sexualmente.
- c) Se separarán y contarán además los capullos o cápsulas (de color ámbar o dorado) que se encuentren entre el material del lecho.
- d) Todos los resultados se registrarán bien sea en una plantilla, papel o equipo electrónico (se adjunta ejemplo en Anexo X).
- e) NOTA 1: evitar manipular y tocar a las lombrices con las manos o los dedos, ya que podría dañárselas físicamente o a la capa mucosa que las rodea.
- f) NOTA 2: en el caso de que se esté realizando un análisis del estado de la población se deberá pesar cada individuo por separado y registrar el valor.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

Cálculo:

A modo de ejemplo se muestra aquí el procedimiento de cálculo que se tiene que hacer con los datos obtenidos para extrapolar la densidad de población a la unidad de individuos por m² de lecho.

- Dimensiones de la tarrina o recipiente: es necesario determinar o conocer el volumen útil del recipiente que se utiliza para la toma de muestra en el lecho. En el caso de las tarrinas propuestas (cilíndricas) el cálculo sería el siguiente:
 - Dimensiones de la tarrina:
 - Diámetro interno: 12 cm
 - Radio (r): 6 cm
 - Profundidad: 6 cm
 - Cálculos geométricos:
 - Área de muestreo (A): $A = \pi \times r^2$.
 - En las tarrinas de las dimensiones indicadas el cálculo sería:

$$A = 3,1416 \times (6 \text{ cm})^2 = 113,1 \text{ cm}^2$$

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Este sería el de la superficie por cada tarrina, con lo que habrá que multiplicar ese valor por el número de tarrinas empleadas. Siguiendo el ejemplo anterior:

$$A_{total} = 113,1 \text{ cm}^2 \times n^{\circ} \text{ tarrinas} = 113,1 \text{ cm}^2 \times 3 = 339,3 \text{ cm}^2$$

- Volumen de muestreo (V): $V = A \times profundidad$

- Siguiendo con el ejemplo de las tarrinas de las dimensiones indicadas el cálculo sería:

$$V = 113,1 \text{ cm}^2 \times 6 \text{ cm} \approx 678,6 \text{ cm}^3 \approx 0,68 \text{ L}$$

- Factor de conversión a una superficie de 1 m² de lecho:

- Partiendo de la equivalencia de que 1 m² = 10.000 cm², se puede obtener el factor de conversión para la superficie de muestreo que hemos tomado. Se divide este valor de 10000 cm² entre la superficie total muestreada (área de una tarrina (cm²) por el número de tarrinas usado en el lecho):

$$\frac{10000}{113,1 \times 3 \text{ tarrinas}} \approx 29,5$$

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Conteo de las lombrices y resultados:
 - Una vez completada la separación de las lombrices en las diferentes categorías se puede realizar el cálculo de densidad. Siguiendo con el ejemplo en la Tabla 1 se muestra el cálculo de densidad para unos resultados de la separación de lombrices en el muestreo, donde el valor de cada categoría de lombrices se multiplica por el factor de conversión correspondiente y se suma el resultado para todos los estados de las lombrices (cliteladas, no cliteladas y juveniles).

Tabla 1.- Ejemplo de cálculo de la densidad de población del lecho a partir de los datos obtenidos en el muestreo.

Estado de la lombriz	Nº individuos	Extrapolación a 1 m²
<i>Adultas cliteladas</i>	148	x 29,5 = 4366
<i>Adultas no cliteladas</i>	92	x 29,5 = 2714
Total adultas	240	x 29,5 = 7080
<i>Juveniles</i>	188	x 29,5 = 5546
Total lombrices	428	12.626 lombrices·m⁻²

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA	
ACTIVIDADES	CONTROLES	
Capullos o cápsulas	20	$\times 29,5 = 590$
Total capullos o cápsulas	590 capullos/cápsulas·m⁻²	

- En este caso el resultado del muestreo sería de 12.626 lombrices por cada m² y de 590 capullos por cada m² de lecho.
- Valores de referencia de densidades:
 - Como valores de referencia de la densidad de población de lombrices se deben considerar los siguientes (Tabla 2):
 - Inicio del lecho, cuando se pone en marcha un nuevo lecho de lombrices la densidad mínima de población debería ser de 5.000 lombrices·m⁻².
 - Lecho activo normal. Se considera que un lecho se encuentra en condiciones óptimas para la población de lombrices cuando la densidad de estas está en torno a las 20.000 lombrices·m⁻².

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Lecho activo con necesidad de actuación. Cuando la densidad de población del lecho supera las 20.000 lombrices·m⁻² y se mantiene una tendencia constante al alza es necesario plantear un desdoblamiento del lecho o una extracción de lombrices. Son valores que representan unas condiciones de estrés y competición por los recursos que reducirá la eficiencia de tratamiento del lecho.
- Como valores de referencia de la densidad de cápsulas o capullos se deben considerar los siguientes (Tabla 2):
 - Lecho con problemas de reproducción: densidad inferior a 300 unidades por m² de lecho. Es necesario revisar las condiciones del lecho y las características del alimento que se esté aportando.
 - Lecho en condiciones de reproducción adecuadas: la densidad de los capullos o cápsulas viables debe estar en torno a los 300 – 500 unidades por m² de lecho.
 - Lecho con necesidad de actuación: a partir de 500 cápsulas o capullos por m² se ha de considerar que se plantea un escenario a corto/medio plazo donde se va a generar un fuerte incremento de la población de lombrices, con lo que es necesario tomar las medidas adecuadas para programar un desdoblamiento del lecho o una extracción de lombrices.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO
Ramón Plana González-Sierra



<i>PUESTO / ACTIVIDAD</i>	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

Tabla 2.- Valores de referencia para las densidades de población de lombrices y de presencia de capullos o cápsulas en el lecho y acciones a desarrollar.

Estado del lecho	Densidad población (lomb. · m ⁻²)	Densidad capullos (capullos · m ⁻²)	Comentarios
Inicio	≈ 5.000	-	Lecho apto para empezar la alimentación.
Limitado o inhibido	5.000 – 20.000	< 300	Analizar la tendencia. Si viene de condiciones óptimas se trata de un lecho con problemas de algún tipo. Si viene de una puesta en marcha o inoculación seguir manteniendo las condiciones actuales.
Condiciones óptimas	20.000 – 30.000	300 - 500	Valores de referencia para considerar que el funcionamiento y las condiciones del lecho de vermicompostaje son correctas.
Exceso de población	> 30.000	> 500	A partir de estos valores hay que considerar tomar acciones para reducir la población actual (o futura si se trata de los capullos) y evitar problemas de inhibición por exceso de población.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

5.5.2.- *Análisis del estado de la población de lombrices*

Realmente se trata de aprovechar el mismo análisis de densidad de la población para determinar el estado de salud de las lombrices. Durante la separación de los individuos se presta atención a las características que presentan. Especialmente se buscan ciertos aspectos en los animales:

- Color:
 - El color habitual de las lombrices son tonos rojizos o parduzcos que tienden a más rosados cuanto más joven es el animal. Si aparecen lombrices de tono grisáceo o ligeramente blanquecino, es señal de problemas de alimentación por exceso de proteínas y grasas en el material. Se debe dejar de alimentar a los lechos con el material que se haya estado usando en los últimos lotes y aportar un alimento que se sepa que les resulta beneficioso, en capas muy finas, como puede ser estiércol de caballo o de vaca. Cuando esto ocurre se produce también una mortalidad de la población, lo que se tendría que haber detectado en los resultados de los análisis de densidad de población.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Mucosidad:
 - El estado de la mucosa que envuelve la superficie de las lombrices es un indicador de su salud. Se debe registrar la presencia de lombrices cuya mucosa tenga:
 - Color de su mucosa no es el habitual: verde o marrón en vez de transparente o blanquecino.
 - Exudación o un exceso de mucosa, como gotas o pequeños regueros de mucosa hacia el exterior del cuerpo.
- Inflamaciones:
 - Es importante retirar y registrar la presencia de lombrices con abultamientos en alguna zona del cuerpo, como en el clitelo o en otros lugares. Se trata de individuos enfermos por la presencia de algún compuesto tóxico y/o un exceso de proteína.
- Movimientos rápidos:
 - Si se detectan lombrices que estén moviéndose de forma compulsiva y muy rápida se suele deber a que hay algo en su entorno que las está dañando, desde un pH extremo, conductividad eléctrica elevada... aunque también se pueden dar casos que hayan sido afectadas por algún producto tóxico como pesticidas.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO
Ramón Plana González-Sierra



<i>PUESTO / ACTIVIDAD</i>	<i>PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA</i>
ACTIVIDADES	CONTROLES

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

5.6.- Retirada del producto (vermicompost)

Una vez se ha aportado la última capa de alimento en el lecho y este ya se considere lleno (este período de tiempo variará según el estado de la población de las lombrices) se deberá dejar un tiempo para asegurar que se completa la degradación de la materia orgánica que se ha añadido como alimento de las lombrices. Igualmente aquí el tiempo es variable según la densidad y estado de la población de lombrices.

Al mismo tiempo se ha de plantear el método más adecuado de extracción de lombrices del vermicompost para recuperarlas y volver a aportarlas al proceso. Hay diferentes opciones según se realice en el lecho, antes de la retirada del vermicompost, o en el producto retirado del lecho, antes de procesarlo.

- En el mismo lecho. Serían sistemas que requieren más tiempo, ya que se debe dar tiempo para que las lombrices se retiren hacia otras zonas o lechos y eso se basa en dos parámetros.
 - Búsqueda de alimento: una vez se ha dejado de aportar residuos al lecho hay que dar tiempo para que procesen este y comiencen a tener la necesidad de buscar más alimento. Para favorecer su desplazamiento hacia otros lugares hay diferentes estrategias:

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

- Disponer alimento fresco en los lechos vecinos, permitiendo que se muevan hasta este/os nuevo/s lecho/s a través de los huecos en las paredes que los separan.
- Utilizar bandejas perforadas, como las que se utilizan en la distribución de fruta, llenas de alimento fresco, que se dispondrían sobre el lecho y se irían retirando y sustituyendo diariamente para ir extrayendo las lombrices que entrarían en ellas en búsqueda de alimento.
 - Deterioro de las condiciones del lecho, para lo que se deja de regar el lecho y se trata de forzar la pérdida de humedad del material removiendo suavemente el material con azadas y rastrillos (sin punta), mientras que los lechos vecinos se mantienen en buenas condiciones, con una humedad óptima, por lo que las lombrices tenderán a desplazarse hacia esas zonas.
- En el exterior del lecho. En este caso el vermicompost se extrae completamente y se traslada a una zona de trabajo bajo cubierta donde será manipulado. A partir de aquí la separación de las lombrices se podrá hacer por cualquiera de los métodos ya comentados, proveyendo de alimento y/o un material de humedad óptima al que puedan desplazarse las lombrices.
 - Hay instalaciones donde aplican sistemas más directos mediante cribas o trómeles cuya vibración o rotación es más suave que lo habitual. En esos casos se realiza un secado inicial del material,

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

sin llegar a los límites óptimos para el cribado, pero suficiente para que se pueda realizar una primera separación de producto (vermicompost) de una parte importante de la población de lombrices. Este tipo de métodos se aplica cuando se pretende procesar las lombrices también como un producto aparte del vermicompost.

En todos los casos, la extracción del material del lecho se realizará retirando previamente los listones de la pared frontal, lo que permitirá un acceso cómodo y seguro. A continuación, utilizando rastrillos de puntas redondeadas y/o azadas, se retirará el material con cuidado, desplazándolo gradualmente desde la zona más próxima a la pared del fondo hacia adelante. El material extraído se depositará en una carretilla o en el recipiente adecuado según las necesidades.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

5.7.- Mantenimiento del lecho de cría

En el manejo de la instalación de vermicompostaje hay que considerar que es fundamental mantener y cuidar un lecho de cría de lombrices independiente de los lechos de tratamiento y/o de producción de vermicompost. El objetivo principal de este lecho (o lechos) es el de mantener siempre una reserva de lombrices suficiente y en las mejores condiciones para poder atender cualquier problema de mortandad que pudiera darse en los lechos de tratamiento.

Los protocolos de mantenimiento y cuidado de este lecho son los mismos que los ya descritos para los lechos de producción, con la salvedad de que en estos hay que estar absolutamente seguros de que el alimento que se aporta no supone ningún problema o riesgo para las lombrices.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

ANEXO I – PRUEBA DE SUPERVIVENCIA

A1.- Objetivo

Antes de incorporar a los lechos de lombrices (tanto de producción como de cría) un nuevo material de alimentación, o uno que presente cambios en su origen, proceso de generación o características, es fundamental asegurarse de que no ocasionará daños ni efectos negativos sobre la población de lombrices. Aunque en planta los parámetros medibles (pH, humedad, etc.) puedan encontrarse dentro de rangos adecuados, no se dispone de medios para detectar la posible presencia de sustancias tóxicas que podrían resultar perjudiciales para las lombrices.

A2.- Metodología

Consiste en utilizar una tarrina plástica como la descrita en el ensayo de densidad de población, llenándola con el material o residuo que se desea evaluar e incorporando en ella una cantidad determinada de lombrices. Esta

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

versión permite determinar de forma rápida si el material, en su estado actual, es apto o no para ser incorporado directamente a los lechos.

A2.1.- Material

Se necesita usar una tarrina o recipiente de un volumen mínimo de 500 mL, como la descrita en la prueba de medición de la densidad de población del lecho.

Por otra parte se necesita contar con lombrices adultas (preferentemente no cliteladas) en buen estado. Se recomienda emplear 50 lombrices, aunque es viable (aunque con menor fiabilidad) realizar la prueba con 10 lombrices.

A2-2.- Metodología

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

Acondicionar el residuo o material a ensayar en cuanto a su contenido en humedad, para que esta sea lo más cercana al óptimo que sea posible (ver el apartado de humedad en el punto 5.4.1.- *Estado del lecho* en este documento). Se recomienda realizar este aporte de agua en una bandeja o recipiente donde se pueda manipular con comodidad el residuo antes de incorporarlo a la tarrina o recipiente para la prueba. Se debe asegurar que toda la muestra alcanza un alto grado de homogeneidad.

Se introduce el material acondicionado en la tarrina, se añaden las lombrices (50 o 10, depende del tipo de prueba) y se cierra con una tapa perforada (para permitir el paso del aire). Se debe dejar en un lugar protegido de la intemperie y de temperaturas extremas.

Transcurridas 24 horas, se realiza el recuento de lombrices en la tarrina. En la prueba de mayor fiabilidad (con 50 lombrices iniciales), el material se considera no apto si sobreviven menos de 49 individuos. En la prueba simplificada (con 10 lombrices), cualquier pérdida respecto al número inicial indica igualmente que el material no es adecuado para su uso inmediato. En ambos casos, el residuo deberá someterse a un período adicional de estabilización o adecuación (por ejemplo, compostaje o mezclado con otros materiales para diluirlo) antes de su aplicación en los lechos.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
ACTIVIDADES	CONTROLES

ANEXO II – PLANTILLA MONITORIZACIÓN

A1.- Objetivo

A modo de ejemplo de hoja o plantilla para el seguimiento y registro de la evolución del proceso en cada lecho, así como para mantener la trazabilidad de los lotes, en la página siguiente se encontrará una tabla donde se muestran los datos principales que se deben medir y registrar, así como la identificación de la persona encargada, el tipo de material que se aporta como alimento, así como otros parámetros que se consideren relevantes por la empresa en su gestión.

Comentado [NII1]: .

Las pruebas de densidad de población es una información específica que debería registrarse en una hoja independiente, pero siempre indicando los datos del lecho donde se realiza, a qué lote pertenece el alimento aportado y en qué fecha se hace la prueba.

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
--------------------	--

ACTIVIDADES	CONTROLES
-------------	-----------

Fecha		Hora		Nº lecho		Nº lote	
Responsable							
Aportes y riegos							
Fecha	Material aportado	Cantidad (kg)	Altura (cm)	Riego (minutos o Litros)	Observaciones		

PUESTO / ACTIVIDAD	PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA
---------------------------	---

ACTIVIDADES	CONTROLES
--------------------	------------------

Seguimiento										
<i>Fecha</i>	<i>Tª Ambiente (°C)</i>	<i>Tª 1 (°C)</i>	<i>Tª 2 (°C)</i>	<i>Tª 3 (°C)</i>	<i>Humedad</i>	<i>Olor</i>	<i>Porosidad</i>	<i>Otros</i>	<i>Estado lombrices</i>	<i>Lixiviados generados (L)</i>

PUESTO / ACTIVIDAD		PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA								
ACTIVIDADES					CONTROLES					