

<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
Adultas cliteladas	148	x 29,5 = 4366
Adultas no cliteladas	92	x 29,5 = 2714
Total adultas	240	x 29,5 = 7080
Juveniles	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>	<i>PROTOCOLO DE VERMICOMPOSTAJE EN PLANTA</i>
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							
<i>Fecha</i>	<i>Material aportado</i>	<i>Cantidad (kg)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Riego (minutos o Litros)</i>	<i>Observaciones</i>		

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					