



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego

Instituto Nacional
de Innovación Agraria



TECNOLOGÍA LOMBRICULTURA “TECHO A DOS AGUAS”



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA

Manual Técnico
LOMBRICULTURA
“TECHO A DOS AGUAS”

Nelson Asdrupal Ruesta Campoverde

Lambayeque - Perú
Noviembre, 2013

© INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA

Diagramación:

Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica - INIA

Primera Edición:

Noviembre, 2013

Tiraje : 1000 ejemplares

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 Casilla N° 2791 - Lima 1

Telefax : 3495631 / 3492600 - Anexo 248

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2013 -07478

AGRADECIMIENTO

El autor agradece profundamente a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación del presente trabajo, particularmente un reconocimiento muy especial:

A la Dirección de Investigación Agraria, a la Subdirección de Investigación en Cultivos y al Programa Nacional de Innovación en Cultivos Agroindustriales de INIA por su apoyo y facilidades brindadas para la elaboración y publicación del presente manual, así como el financiamiento a través del Proyecto SNIP Código 35122 “Generación de Tecnologías Agroecológicas de Cultivos en las Regiones de Lambayeque, Piura y Tumbes”.

A la Estación Experimental Agraria Vista Florida del INIA, por su apoyo y facilidades brindadas para la experimentación de los trabajos de investigación en campo y la elaboración del manual.

Al M. Sc. Arturo Távara Villegas, Líder del Programa Nacional de Innovación en Cultivos Agroindustriales, por su apoyo brindado para la elaboración del proyecto y validación técnica-económica de la tecnología Lombricultura “Techo a Dos Aguas”, con rastros del cultivo de caña de azúcar.

Al M. Sc. César Medina Laura, Coordinador del Programa Nacional de Investigación en Suelos, Aguas y Agroecología de INIA, por su aporte en conocimientos y valiosa experiencia, brindadas durante la ejecución de los trabajos de investigación en campo.

A la M. Sc. Elsa Valladares de López, por su apoyo en la gestión para lograr el financiamiento del Proyecto SNIP Código 35122.

Al Comité de publicaciones de INIA, por la revisión técnica del manual.

Al Equipo Técnico del Proyecto “Generación de tecnologías agroecológicas de cultivos en las regiones de Lambayeque, Piura y Tumbes” integrado por los ingenieros: Isaac Cieza Ruíz, Fernando Montero Bances, Pedro Injante Silva, Marité Nieves Rivera, María Elena Neira Espejo, Danny Alburqueque García y Rommel Campoverde San Martín, por su aporte en conocimientos y experiencia.

A la Srta. Issela Tejada Sernaqué, por su apoyo en las actividades de secretariado del Proyecto SNIP 35122

A la Lic. Katia Olivera Seclén de la Unidad de Extensión Agraria de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, por el apoyo en el diseño, y retoque de fotografías.

A la Prof. Sarita del Pilar Chávez Martínez por el apoyo en el diseño y elaboración de dibujos del presente manual.

A los Técnicos José Paredes Zavaleta, Germán Ipanaqué Risco, Víctor Ulloa Baltodano, Virgilio Peña Olivares; así como al personal de campo que labora en el Centro Lombricultor: Alipio Aguirre García, Carlos Delgado Benavides, Luis Genaro Barragán Lozano, Álvaro Barragán Velásquez, Jorge Malca Becerra, Juan Carrasco Vidaurre y Miguel Vílchez Rioja; por su valioso apoyo en la ejecución de los trabajos de investigación, cuyos resultados se reportan en el manual.

EL AUTOR

PRESENTACIÓN

El Programa Nacional de Innovación en Cultivos Agroindustriales del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), a través del cultivo caña de azúcar y la colaboración del Programa de Aguas, Suelos y Agroecología desarrolló trabajos de investigación en degradación de la broza de caña de azúcar en la Estación Experimental Agraria Vista Florida; esto dio origen a la formulación del Proyecto de Inversión Pública “Generación de Tecnologías Agroecológicas de Cultivos en las Regiones de Lambayeque, Piura y Tumbes”, cuya finalidad fue generar y validar tecnologías agroecológicas para sustentar las bases de una agricultura de sostenibilidad en cultivos y amigables con el medio ambiente, y mediante éstas mejorar los niveles actuales de producción y productividad, así como elevar los estándares de vida del agricultor del norte del país.

Este material es el resultado de 7 años de investigación en la costa norte del Perú, específicamente en la Estación Experimental Agraria Vista Florida, Chiclayo.

El Programa de Cultivos Agroindustriales inició sus trabajos de investigación en el cultivo de caña de azúcar en la Estación Experimental Agraria Vista Florida el año 2003, en cuyos planes de investigación se consideró la realización de experimentos en fase de cosecha y postcosecha del cultivo, manejando principalmente la degradación de la broza y bagazo de caña de azúcar mezclado con otros componentes como el estiércol de ganado, bajo diferentes sistemas de producción de compost y humus de lombriz.

Del 2006 al 2009, se tuvo el apoyo del Ing. César Medina Laura, Coordinador del Programa Investigación en Suelos, Aguas y Agroecología de INIA, que fortaleció los trabajos de compostaje y producción de humus en la fase experimental.

En el año 2010 por gestiones de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, la Dirección de Investigación Agrícola y la Subdirección en Cultivos de INIA, se recibió el apoyo financiero del proyecto “Generación de Tecnologías Agroecológicas de Cultivos en las Regiones de Lambayeque, Piura y Tumbes”, cuya ejecución estuvo a cargo del Ing. Asdrubal Ruesta Campoverde, especialista de caña de azúcar del Programa de Cultivos Agroindustriales, cuyo financiamiento permitió realizar la validación técnico económica de los trabajos de investigación de compostaje y producción de humus de lombriz, utilizando principalmente la broza y bagazo de caña de azúcar en mezcla con los estiércoles de ganado y bajo diferentes sistemas de producción, concluyéndolas satisfactoriamente en el 2013, con la tecnología de Lombricultura “Techo a Dos Aguas” y la publicación del presente manual.

En este manual se muestra, de manera didáctica, la metodología y las ventajas de la tecnología Lombricultura “Techo a Dos Aguas”, indicando las formas concretas de

utilización de la broza de caña y las diversas fuentes de materia orgánica disponibles en su medio, para la producción de un abono orgánico de excelente calidad como es el compost y humus de lombriz, que mejora las condiciones, físicas, químicas y biológicas del suelo, y por ende los rendimientos de sus cultivos.

El propósito de esta publicación, es contribuir a un mejor conocimiento del uso sostenido de los recursos que ofrece la naturaleza, especialmente los rastrojos de los cultivos como es el de caña de azúcar, evitando la quema, y la contaminación ambiental.

Esperamos que el contenido de este manual sea de mucha utilidad para mejorar el manejo ecológico del suelo y sirva como un instrumento de trabajo en el campo de la agricultura orgánica del país.

Ing. M.Sc. Arturo Távara Villegas
Líder del Programa Nacional de Innovación
en Cultivos Agroindustriales

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	9
2. LA LOMBRICULTURA	11
3. ASPECTOS GENERALES DE LA LOMBRIZ DE TIERRA	12
3.1 Capacidad productiva y reproductiva de la lombriz	13
4. LA FERTILIZACIÓN CON ABONOS ORGÁNICOS	14
5. LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO	15
6. FUENTES QUE GENERAN LA MATERIA ORGÁNICA	15
7. ABONOS ORGÁNICOS	16
8. ELEMENTOS ESENCIALES PARA LAS PLANTAS	18
8.1 Los macronutrientes	18
8.1.1 Macronutrientes primarios	18
8.1.2 Macronutrientes secundarios	18
8.2 Los micronutrientes	19
9. REQUISITOS GENERALES PARA ESTABLECER UN CENTRO LOMBRICULTOR	20
10. MANEJO DEL CENTRO LOMBRICULTOR	23
10.1 El alimento para criar lombrices	23
10.2 Estructura de las camas de compostaje "techo a dos aguas"	28
10.3 Controles de las camas de compostaje "techo a dos aguas"	30
10.4 Prueba de sobrevivencia	32
10.5 Estructura de los lechos o camas de lombrices "techo a dos aguas"	33
10.6 Condiciones en el criadero de lombrices	36
10.7 Plagas y enfermedades de las lombrices	37
10.8 Recuperación o cosecha de lombrices	38
11. EL HUMUS DE LOMBRIZ	39
11.1 Cosecha y manejo del humus de lombriz	39
11.2 Características y calidad del humus de lombriz	40
11.3 Beneficios y aplicaciones	42
11.4 Ventajas de la lombricultura "techo a dos aguas"	47

12. LA LOMBRIZ COMO PRODUCTORA DE HARINA	48
12.1 Procedimiento para preparar harina de lombriz	49
12.2 Usos de la carne y harina de lombriz	49
13. COSTOS Y GANANCIAS	51
13.1 Producción estimada de estiércol y rastrojos por agricultor	51
13.2 Costos y ganancias	52
GLOSARIO	55
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	61
● Ficha control para el manejo de camas de compostaje de Lombricultura “Techo a Dos Aguas”.	62
● Costos de instalación y mantenimiento de un centro lombricultor para producir 300 toneladas de humus de lombriz en un año.	63
● Estado de ganancias y pérdidas.	64
● Flujo de caja.	65
● Valor actualizado neto (V.A.N.)	65
● Punto de equilibrio (P.E.) producción de humus	67

1

INTRODUCCIÓN

La Dirección de Investigación Agraria del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, está abocada en brindar alternativas agroecológicas que sustituyan a determinadas prácticas agrícolas inconvenientes, de los actuales paquetes tecnológicos que se aplican en nuestra agricultura regional y nacional. Algunas de estas prácticas tecnológicas (que vienen produciendo contaminación del ambiente y degradación de los recursos naturales, tales como la quema de los rastrojos de cosechas, la aplicación excesiva e indiscriminada de pesticidas químicos de alta toxicidad, el uso irracional del agua de riego, el monocultivo intensivo, la tala indiscriminada de árboles, etc.) están produciendo, entre otras cosas, la destrucción de la materia orgánica, (en una región árida como es la costa norte del país, cuya deficiencia es la causa de la baja fertilidad de los suelos), aporte de CO₂ a la atmósfera contribuyendo al efecto invernadero (una de las principales preocupaciones mundiales de contaminación), la contaminación de alimentos, suelo y agua con residuos tóxicos, con serios daños inherentes a la salud humana, y la pérdida de los suelos agrícolas por la alta salinización. Por estas y otras razones, el INIA emprendió los trabajos de investigación en el campo de la agroecología, especialmente con énfasis en la degradación de la materia orgánica, concluyendo exitosamente con la Tecnología de la Lombricultura “Techo a Dos Aguas”.

La crianza de lombrices en el Perú se inicia en el año de 1986. Las lombrices fueron traídas de Chile y presentadas en la Feria Internacional del Pacífico, siendo adquiridas por empresarios de Chancay y Yurimaguas, expandiéndose a Huancayo, Huaraz, Huachipa, Cerro de Pasco, Lambayeque, Piura; y posteriormente a otras regiones del país.

La Lombricultura “Techo a Dos Aguas” es una variante de la Lombricultura Piramidal del Profesor e Investigador Roger Chanduví García de la Universidad Nacional de Piura. Esta innovación tecnológica está basada en la cría intensiva de lombrices para la producción comercial de humus, a partir de un sustrato orgánico, cuyo principio fundamental es la de generar competencia entre las lombrices por el alimento (compost) que consumen, durante el proceso de producción de humus. Es un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en que el material orgánico, además de ser atacado por los microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos, levaduras, etc.) existentes en el medio natural, también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz.

El resultado final son dos productos de alta calidad: el humus y las lombrices.

Esta nueva tecnología Lombricultura “Techo a Dos Aguas”, se convierte en una excelente alternativa para el reciclaje de la basura y de esa manera contribuir con el saneamiento ambiental de las grandes ciudades del país como Lambayeque, que se producen más 3 000 toneladas de basura/día, de las cuales el 60% son de origen orgánico, que pueden convertirse en 1 000 toneladas de humus de lombriz por día; abono suficiente para fertilizar 100 hectáreas de terreno, a una dosis de 10 toneladas de humus por hectárea.

La Lombricultura “Techo a Dos Aguas” tiene buenas perspectivas, pues es un negocio de producción diversificada que puede generar excelentes ingresos económicos provenientes de la comercialización de la lombriz y el humus, para la agricultura.

La cría intensiva de la lombriz roja californiana se llevó a cabo a partir de la década de los 50’S en California (EE.UU). Es originaria de Eurasia y se le denomina científicamente *Eisenia foetida*. En la actualidad es la especie más cultivada en el mundo entero, dada su rusticidad y tolerancia a los factores ambientales (pH, temperatura y humedad).

La lombricultura, es un negocio que está en expansión y en un futuro será indispensable para la subsistencia de los campos. La lombricultura es una aplicación de la biotecnología, ya que se usa un organismo vivo (la lombriz), para lograr una producción masiva de carne y humus de lombriz como productos principales.

Finalmente la lombricultura, es una actividad empresarial, debido que se obtienen varios productos para la venta como el compost, proteínas de las lombrices (harinas), y el humus propiamente dicho para uso agrícola; éste último muy usado como fertilizante orgánico en los cultivos que tienen un nicho de mercado orgánico en los Estados Unidos, Europa y el Asia, y que cada año va en aumento.

La lombricultura se presenta como una alternativa de manejo ecológico del suelo, pues permite recuperar, restablecer y mejorar la fertilidad natural de los suelos.

La lombricultura consiste en la crianza técnica de las lombrices de tierra, cuyo objetivo inmediato es la producción de humus de lombriz o denominado también estiércol de las lombrices y la producción de lombrices que constituye una importante fuente de proteínas.

En el proceso de producción de humus se consideran dos etapas bien definidas: el compostaje, que está referido a descomponer la materia orgánica para preparar el compost o alimento para la lombriz; y la crianza de la lombriz en sí, en la cual se utiliza la especie *Eisenia foetida* (roja californiana), cuya excreta es el humus, que nos brinda todas las ventajas relacionadas con el mejoramiento de los suelos y su efecto en el incremento de las cosechas.

La lombricultura ha demostrado por miles de años la eficiencia ecológica a través del proceso biotecnológico de inter convertibilidad de la materia orgánica por medio de sus enzimas propias y de la alta concentración de los microorganismos saprófitos hallados en su tracto digestivo, originando con ello el abono más limpio y puro de todo ecosistema típico: “el humus de lombriz”.

Los recientes efectos medio ambientales negativos, causados por la acción desmedida de la aplicación de abonos sintéticos y plaguicidas diversos en la agricultura, han originado en la actualidad un cambio radical de la actitud en el manejo de suelos y de los cultivos. Este cambio no viene a ser otro que la Agricultura Orgánica, que se basa principalmente en la reducción al mínimo del uso de los insumos externos, evitando el empleo de fertilizantes sintéticos y plaguicidas; pero también implica utilizar los recursos biodegradables y renovables de la zona donde está actuando este tipo de agricultura, incidiendo en el desarrollo sostenible de las regiones agrícolas más deprimidas del planeta tierra.

Los desechos orgánicos provenientes de la actividad agropecuaria y las basuras orgánicas, desde las domésticas hasta las industriales, son la materia prima principal para la lombricultura, por tratarse de materiales orgánicos susceptibles de ser procesados por las lombrices y obtener como resultado final el humus de lombriz y las propias lombrices (carne de lombriz y harina de lombriz), usados mucho en la cría de truchas, cría de ranas, carnada para la pesca, alimentos balanceados, embutidos, conservas, etc.

La lombriz de tierra es un animal hermafrodita e incompleto. Es hermafrodita porque cada lombriz posee dos órganos sexuales (macho y hembra) separados, o sea, produce óvulos y espermatozoides a la vez.

Es incompleto porque a pesar de tener dos órganos sexuales, no puede autofecundarse y para propagar su propia especie tiene que copular (acoplarse) e intercambiar óvulos y espermatozoides con otra lombriz.

Es capaz de soportar grandes densidades de crianza, hasta 50000 lombrices por m²; el medio óptimo donde la lombriz se desarrolla está ubicado en zonas donde la temperatura promedio es de 15 a 25°C. La lombriz se inactiva tanto al frío (0°C) como al calor elevado (42°C).

Se alimenta de materia orgánica en descomposición y sólo necesita que este alimento se encuentre húmedo y blando. Traga diariamente 1 gramo de materia orgánica descompuesta y excreta el 60% de lo consumido en forma de humus.

El humus permanece y dura en el suelo varios años, ejerciendo su acción benéfica, a diferencia de los fertilizantes químicos que duran sólo una campaña agrícola y deterioran los suelos.

Existen también lombrices comunes o silvestres, las cuales son las especies más numerosas, se encuentran en la mayoría de los suelos conviviendo con las plantas y ejerciendo su acción benéfica en favor de la agricultura. Charles Darwin, uno de los observadores más dedicados a la lombriz de tierra, calculó que una población media de lombrices en el suelo llevaría a la superficie más de medio centímetro de humus cada año.

La lombriz respira por la piel, cubierta de una mucosa que mantiene húmeda la pared de su cuerpo. Para excretar, por lo general, salen a la superficie del suelo, volviendo a introducirse inmediatamente porque no toleran la luz. Este hecho permite remover el suelo, aireándolo e incorporando humus en forma constante, mezclando su horizonte, aumentando su drenaje y mejorando su poder de retención del agua.

En el mundo existen alrededor de 8000 especies de lombrices. En Europa se han seleccionado las llamadas lombrices rojas, especializadas en transformar el estiércol en humus.

Estas lombrices, llamadas también domésticas, se crían en cautiverio en lechos o receptáculos construidos con este objeto, son muy prolíferas y su exponente más difundido es la Eisenia foetida o lombriz californiana.

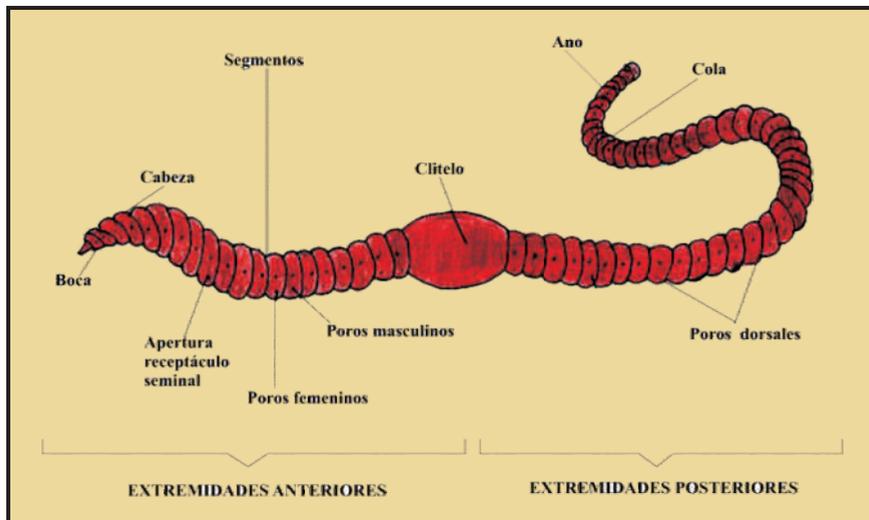


Figura 1. Características externas de la lombriz

3.1 Capacidad productiva y reproductiva de la lombriz

Dos lombrices en fase de acople giran en sentido opuesto una de la otra, de esta manera, ambas unen sus clitelos permitiendo que el aparato genital masculino de la primera se una con el aparato genital femenino de la otra y viceversa, así una u otra ofrecen óvulos y recibe espermatozoides de la otra simultáneamente. Copulan cada 7 días, siempre que la temperatura del medio sea favorable (15 a 25°C) y la humedad del lecho donde habita sea de 70 a 80%. Después del acople de dos lombrices cada una de ellas pone un huevo o cápsula que tiene la forma de una pera, que contiene entre 9 y 10 lombrices, la apertura de la cápsula o huevo se da entre 3 y 6 semanas. Cada lombriz produce durante el año (5 generaciones) un promedio de 1500 lombrices; el pH de desarrollo es de 6,5 a 7,5, teme a la luz, ya que los rayos ultravioleta las matan. Las pequeñas lombrices al nacer son blancas, son autosuficientes (pueden comer solas y valerse por sí mismas), se ponen rosadas a los cinco o seis días después de nacidas, de los 14 a 21 días son del color de sus padres; y a los tres meses ya son adultas, por consiguiente pueden aparearse. Una lombriz adulta mide de 5 a 10 centímetros de longitud, pesa aproximadamente entre 0,50 y 1,00 gramo. Una lombriz puede vivir 16 años en promedio. Es importante mencionar que 100 000 lombrices criadas en lechos consumirán aproximadamente 100 kilogramos de alimento (materia orgánica descompuesta) por día, de las cuales 40 kilogramos servirán para el sustento de la lombriz y 60 kilogramos serán excretados en forma de humus.

Un módulo o núcleo de lombrices la constituyen 100 000 unidades, es decir 20 kilogramos de peso sin sustrato; para la venta se recomienda agregar sustrato humedecido para evitar mortalidad en el trayecto.

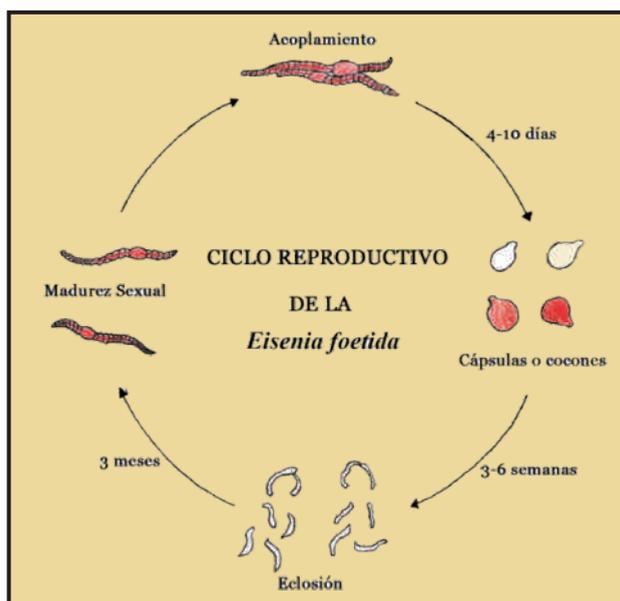


Figura 2. Ciclo reproductivo de la *Eisenia foetida*

4

LA FERTILIZACIÓN CON ABONOS ORGÁNICOS

La materia orgánica incorporada en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, pues sirve de alimento a todos los organismos que viven en él; particularmente a la microflora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo, en beneficio del crecimiento de las plantas. Por esta razón, la materia orgánica del suelo se ha constituido en el centro de atención fundamental cuando se quiere realizar un manejo ecológico del suelo.

Considerando la crisis económica y los resultados ecológicos desfavorables que ha provocado el uso irracional de agroquímicos, existe la gran necesidad de difundir ampliamente la buena utilización de la gran variedad de recursos orgánicos que no son utilizados, principalmente por el desconocimiento de sus bondades ecológicas y económicas.

5

LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

Es el conjunto de residuos orgánicos de procedencia animal o vegetal que se usa para mejorar la fertilidad del suelo. Está constituido por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y minerales menores.

La materia orgánica del suelo es importante entre otras razones por lo siguiente:

- Aporta nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, cobre, hierro, magnesio y otros elementos como resultado de su proceso de descomposición.
- Activa biológicamente el suelo, ya que representa el alimento para toda la población biológica del suelo.
- Al favorecer el desarrollo estructural mejora el movimiento del agua y del aire a través del suelo, además favorece el desarrollo de raíces.
- La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Incrementa la temperatura del suelo.
- Incrementa la fertilidad potencial del suelo.
- Contribuye a estabilizar el pH del suelo.
- Disminuye la compactación del suelo.
- Favorece la labranza.
- Reduce las pérdidas de suelo por erosión hídrica o eólica.

6

FUENTES QUE GENERAN LA MATERIA ORGÁNICA

Residuos provenientes de la actividad agrícola

- Rastrojos de los cultivos: caña de azúcar, arroz, maíz, leguminosas, etc.
- Restos de las podas de árboles y arbustos.
- Malezas.
- Frutos dañados, etc.

Residuos provenientes de la actividad forestal

- Aserrín.
- Hojas, ramas.
- Cenizas, etc.

Residuos provenientes de la actividad ganadera

- Estiércoles.
- Orines.
- Pelos, plumas.
- Huesos, etc.

Residuos provenientes de la actividad industrial

- Broza y bagazo de caña de azúcar, pulpa de café, cacao, etc.

Existe una diversidad de abonos orgánicos, siendo los más importantes los siguientes:

Compost

Consiste básicamente en una mezcla de estiércol de ganado con material vegetal o residuos domésticos, que se humedecen y se dejan fermentar hasta conseguir un producto estabilizado; es decir que ya no calienta, no apesta y no atrae a las moscas.

Humus de lombriz

Es otro de los abonos orgánicos y naturales que mejora la calidad de los suelos y de los cultivos. Dicho abono es el excremento de las lombrices.

Estiércoles

Son los excrementos de los animales, que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que éstos consumen; y según la especie animal de que se trate, los estiércoles se diferencian en:

- Estiércoles “duros” o “calientes”; tienen poca humedad, cuando fermentan aumentan de temperatura y por lo mismo son difíciles de conservar, pierden rápido sus nutrientes, a este grupo pertenecen los estiércoles de los equinos, ovinos, caprinos y animales menores como los conejos.
- Estiércoles “acuosos” o “fríos”; contienen alta humedad y al fermentar se calientan mucho, ello permite que conserven sus nutrimentos. A este grupo pertenecen los estiércoles de los vacunos y porcinos.

Según investigaciones realizadas, se acepta que cualquier animal en promedio produce 7 kilogramos de estiércol por cada 100 kilogramos de peso vivo y que anualmente puede producir de estiércol entre 20 a 25 veces su peso vivo. Ver cuadro N°05.

Guano de las islas

Es un abono orgánico producido por las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral; entre las aves más representativas tenemos (guanay, piquero y alcatraz o pelícano).

Abonos verdes

Consiste en la siembra de plantas, generalmente leguminosas, las cuales son cortadas en la época de floración e incorporadas al suelo para incrementar principalmente el contenido de nitrógeno del suelo y mejorar sus propiedades físicas y biológicas.

Rastrojos

Se denominan rastrojos a todos los residuos de los cultivos que quedan después de la cosecha (tallos, hojas, flores, etc.). Su incorporación contribuye a incrementar la materia orgánica del suelo y, por lo tanto, modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, pero su aplicación requiere de una serie de conocimientos muy importantes.

Follaje de árboles forestales

Este abono ha sido utilizado desde tiempos remotos por los antiguos peruanos, quienes utilizaban follaje de huarango, molle, paca, algarrobos, etc.

Turba (musgo)

La turba es un abono orgánico formado por restos vegetales escasamente descompuestos, que se han acumulado en condiciones de humedad permanente. En el país se encuentran grandes extensiones en las zonas alto andinas.

Bio-abonos

Se denomina bio-abono al residuo de la producción de biogás y consiste en una solución acuosa diluida. Es el resultado de la degradación de la materia orgánica compleja en elementos simples por acción de diversos microorganismos y en condiciones anaeróbicas. Esta degradación se lleva a cabo en depósitos herméticamente cerrados con el nombre de “digestores”.

Mulch

También se le da el nombre de “cubierta protectora”, pues es una capa de materiales diversos colocados sobre la superficie del suelo. Cuando los materiales que contribuyen al mulch son residuos vegetales (rastrojos, hojas de árboles, pastos, etc.) se le denomina “colchón vegetal”, cuyos principales beneficios son de proteger al suelo de la erosión, conservar la humedad, evitar la proliferación de malezas, y aportar nutrimentos al suelo.

Para que las plantas puedan desarrollarse necesitan, en cantidades suficientes, de 16 elementos llamados esenciales, considerados así porque su ausencia reduce considerablemente el crecimiento, produce síntomas visibles de deficiencia, el cual se elimina con el suministro del elemento faltante.

Tres de ellos (carbono ©, hidrógeno (H) y oxígeno (O)) la planta los toma del aire y del agua y constituyen el 95% de su biomasa. Los 13 restantes provienen del suelo y convencionalmente se dividen en macroelementos primarios, macroelementos secundarios, y microelementos de acuerdo con las cantidades en que son absorbidos por las plantas.

8.1 Los macroelementos

8.1.1 Macroelementos primarios

Nitrógeno (N). Es el principal responsable del rendimiento agrícola, debido a la influencia que ejerce en el crecimiento de las plantas y el aumento de la población de tallos, por lo que es el elemento más usado en el mundo.

Fósforo (P). Influye en la brotación, el desarrollo radical, la elongación de los tallos y el ahijamiento. Participa en los procesos de intercambio de energía, forma parte de los ácidos nucleicos, de los fosfolípidos y de coenzimas respiratorias.

Potasio (K). Es esencial para la activación enzimática. Tiene un papel decisivo en la formación, transporte y acumulación de azúcares. Controla la respiración, la absorción del agua y su conservación en la planta entre otras funciones.

8.1.2 Macroelementos secundarios

Calcio (Ca). Juega un importante papel en el metabolismo del nitrógeno (contribuye en la reducción del nitrato para la formación de aminoácidos), interviene en la división celular. Forma compuestos (pectatos de calcio) que son parte de las paredes y las membranas celulares. Participa en la activación de numerosas enzimas, como amilasa, nucleasa y otras vinculadas con los fosfolípidos y a la adenosina trifosfato (ATP). Es esencial para el crecimiento y desarrollo de las hojas y raíces. Ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos. Es indispensable para las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno.

Magnesio (Mg). Es el átomo central en la molécula de clorofila, por lo que participa activamente en la fotosíntesis. Activador de enzimas implicadas en la respiración, la fotosíntesis, el metabolismo de los carbohidratos y la síntesis del

ácido nucleico y de las proteínas. Participa en el proceso de respiración y el metabolismo y transporte del fósforo en la planta. Interviene además en el balance electrolítico dentro de la planta.

Azufre (S). Forma parte de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina. Es constituyente de enzimas que participan en el metabolismo de azúcares, grasas y proteínas. Promueve la nodulación de las leguminosas e interviene en la fijación no fotosintética del dióxido de carbono (Co₂).

8.2 Los microelementos

Hierro (Fe). Activador enzimático en la síntesis de la clorofila. Componente de los citocromos y de algunas flavo-proteínas que intervienen en los procesos de oxidaciones y reducciones biológicas. Participa en la fijación del nitrógeno y en la asimilación del azufre.

Cloro (Cl). Es el elemento más recientemente identificado como esencial para las plantas. Participa en la fase luminosa de la fotosíntesis (su función más importante). Junto al potasio interviene en el mantenimiento de la turgencia de las células y por tanto en la economía del agua.

Manganeso (Mn). Activa las enzimas vinculadas a la respiración y al metabolismo del nitrógeno, tiene un activo papel en la fase oscura de la fotosíntesis y en la producción de clorofila. Participa en la síntesis proteica, la formación del ácido ascórbico, absorción iónica y la fijación del dióxido de carbono.

Boro (B). Su función no está totalmente identificada, pero interviene indirectamente en muchos procesos. Participa en la translocación de los azúcares, la síntesis de las proteínas y en el crecimiento de las células jóvenes. Interviene en la absorción activa de nitrógeno, potasio y calcio por la planta. Participa en el metabolismo del nitrógeno, del fósforo, de los lípidos, de las ligninas y en el control hormonal.

Cinc (Zn). Síntesis de ácido indol-acético (regulador del crecimiento). Activador de enzimas, entre ellas deshidrogenasa alcohólica y transportadoras de fosfatos. También participa en la formación de clorofila, uso eficiente del agua, síntesis proteica y equilibrio ácido-base.

Cobre (Cu). Forma parte de las proteínas presentes en el cloroplasto y participa en la formación de la clorofila. Es esencial para la activación de varias enzimas vinculadas con la respiración y la fotosíntesis. Promueve la formación de vitamina A.

Molibdeno (Mo). Activa la enzima reductasa, que cataliza las reacciones de reducción de los nitratos, paso importante en la formación de las proteínas. Interviene también en la fijación de nitrógeno atmosférico y en el metabolismo del fósforo.

Condiciones climáticas

Para la crianza adecuada de lombrices es necesario que la altitud no exceda los 3 200 msnm y las precipitaciones pluviales no deben ser mayores de 3 500 mm anuales.

Las temperaturas ambientales más adecuadas para el desarrollo de las lombrices son los climas templados. Dependiendo de las especies, las temperaturas óptimas varían entre 15 y 25°C, siendo la temperatura corporal promedio de las lombrices, de 19°C.

Terreno

La ubicación del terreno es estratégica, pues permite el fácil acceso a los vehículos que transportarán las materias primas y el humus. Con una suave y ligera pendiente con el objeto de disipar la lluvia, es decir con posibilidades de drenaje, además debe tener una buena disponibilidad de agua de calidad. En lo posible el suelo no debe sobrepasar la conductividad eléctrica de 4 mMhos/cm, en caso se presente se debe colocar plástico en el área de la base en la base de la cama para los lechos de lombrices (crianzas de lombrices) y para el compostaje se sugiere hacerlo sobre losas de cemento.

Insumos

Entendiéndose por insumos las diversas materias orgánicas que intervienen en la preparación del alimento de las lombrices. Se recomienda tener suficiente disponibilidad de estiércol o guano de animales (rumiantes, equinos, porcinos, cuyes, conejos e incluso de aves); así también rastrojos de cultivos, hojas secas y cualquier otro desecho biodegradable y el agua de buena calidad, es decir libre de sales.

Las lombrices

La lombriz de tierra es un anélido invertebrado cuyo cuerpo está formado por numerosos anillos. Es un animal con un organismo extraordinario que tiene la capacidad de biodegradar los desechos orgánicos. Es muy voraz, prolífico y dócil, capaz de vivir en altas poblaciones 50 000 unidades/m² y adaptarse a distintos climas.

Existen 8 000 especies, sin embargo por mejoras genéticas y con fines industriales y comerciales, se usa la *Eisenia foetida* y la *Lumbricus rubellus*, debido que estas dos especies pueden ser criadas en cautiverio.

Sin embargo, la especie más utilizada es la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, lombriz que consume diariamente una cantidad de residuos equivalente a su propio peso y puede vivir en promedio 16 años; pueden producir bajo ciertas condiciones, hasta 1 500 lombrices

al año y es reconocida su eficiencia como productora de humus. Esta especie requiere de altas concentraciones de materia orgánica como medio de vida y alimentación, por lo que no sobreviven mucho tiempo en suelos con bajos porcentajes de materia orgánica.

Por otro lado, la lombriz de tierra común *Lumbricus terrestris*, por sus hábitos silvestres, es difícil criarla en cautiverio con fines comerciales, es decir en lechos, éstas tienen la tendencia natural de escapar y desplazarse en el terreno hasta profundidades mayores a los 3 metros.

Por ignorancia algunos agricultores piensan que la lombriz es un animal perjudicial para las plantas, porque se alimenta de las raíces. Pues esta creencia no es cierta, debido que las lombrices si se alimentan de hojas, tallos y raíces, pero de plantas muertas y en estado de descomposición y jamás de plantas vivas, porque no disponen de dientes, simplemente succionan el alimento ya descompuesto, lo cual hace que su presencia en el suelo sea muy benéfica.

Herramientas, materiales y equipos

Las herramientas más usuales que se requieren para las diversas labores del centro lombricultor son: lampas, trinchas, machetes, zapapicos, baldes, zarandas o cernidores con malla de 1/4" y 1/16", carretilla buggy, balanza de 50Kg, wincha de 50 m de longitud, mangueras para riego, cañas de guayaquil de 1,40 m de largo y de 0,10 m de diámetro, nylon de 1,20 mm, cordel, etc.; estacas de madera de 0,30 m de longitud y palos de 1,00 m de longitud por 3 centímetros de diámetro, jalador, envases plásticos transparentes de 50Kg, plástico y manta color negro para la base y cobertura de los lechos de lombrices; y cuando se explota a escala industrial se requiere de un molino picador de forrajes, termómetro industrial (de 0 a 100 °C) para medir la temperatura de las camas de compostaje y lechos de las lombrices; así como papeles reactivos (tornasol) para medir el pH, botas de jebe y material de limpieza, entre otros.

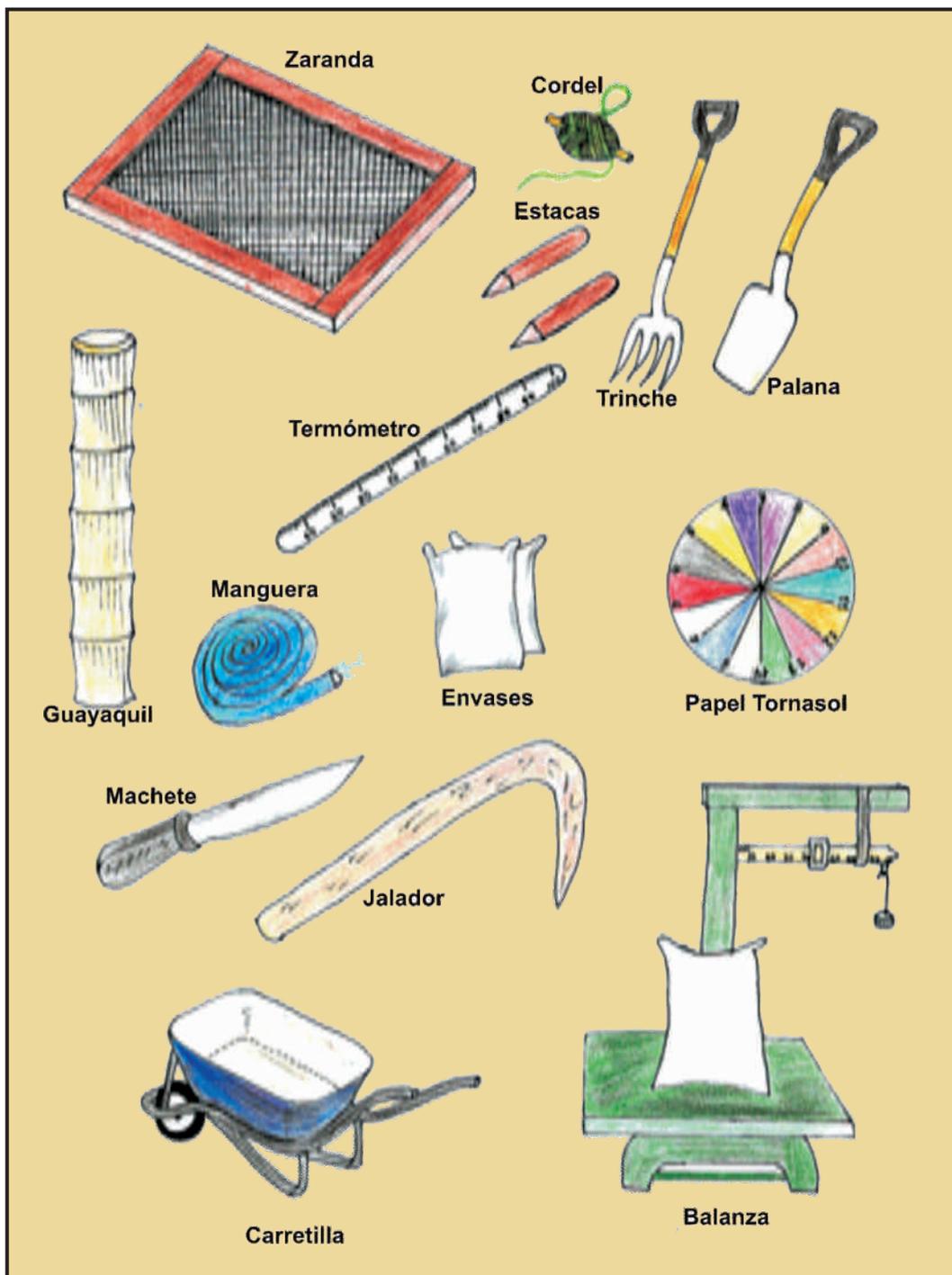


Figura 3. Herramientas y materiales del centro lombricultor

10.1 El alimento para criar lombrices

La lombriz es muy hábil para encontrar la materia orgánica que le sirve de alimento. Puede distinguir y diferenciar los tipos según el grado de humedad y descomposición. Puede distinguir además entre alcaloides, azúcares y ácidos, así como las hojas de diferentes árboles y su estado de descomposición.

La materia orgánica en descomposición, constituye el alimento ideal para las lombrices y para ser aceptado por las lombrices, no tiene que ser ácido (el pH de tolerancia varía entre 6,0 y 7,5). La temperatura debe estar estabilizada entre 15 a 25°C y la humedad en 70%.

La humedad ideal se reconoce en forma práctica cuando al presionar un puñado de compost, se logra dejar caer unas cuantas gotas de agua.

Preparación del compost–alimento para la lombriz

Insumos:

Tres son los insumos básicos para la preparación del compost (alimento para la lombriz): estiércol, rastrojos vegetales y agua libre de sales.

a. Estiércol. Debe ser de muy buena calidad que no tenga contaminantes, ni partículas extrañas como tierra, arena, etc. No se recomienda el estiércol fresco, porque es muy alcalino (daña a la lombriz). Los estiércoles son fuente de materia nitrogenada.

El estiércol es la base fundamental de la alimentación de las lombrices, en Europa en muchos casos lo usan solo, después de una etapa de maduración.



Fotos 1 y 2. Estiércol de ganado vacuno a granel y envasado. E.E.A. Vista Florida.

b. Rastrojos. Son fuente de materia carbonada (rica en celulosa, lignina y azúcares). También se puede decir que todo rastrojo de cosecha es bueno, pero se prefiere el rastrojo de las leguminosas, por su mayor contenido de nitrógeno que contiene en su estructura de planta.

El rastrojo fresco (recién cortado) si se puede usar, es mejor, porque en este caso tendremos un menor gasto de agua en la preparación, lo que a su vez significará un menor aporte de sales al compost.

Broza y bagazo de caña de azúcar. Se debe picar, para favorecer su descomposición, es fuente de celulosa.

También se puede usar como fuente de celulosa el papel y el cartón.

Puño de algarrobo. Es el producto de la defoliación de las hojas del algarrobo, las cuales tienen un alto índice de proteínas.



Fotos 3 y 4. Broza de caña de azúcar y rastrojos de leguminosas de grano. E.E.A. Vista Florida.

Taralla. Es la planta de maíz secado al medio ambiente (heno de taralla). Este heno se recomienda ser picado para ser utilizado como parte del alimento en la construcción de la compostera.

Leguminosas. Aportan una buena cantidad de nitrógeno.

Papel cartón. Se puede usar como fuente de celulosa (20 a 25%); presenta baja relación Carbono/Nitrógeno.

Paja. Tritúrelas y remoje. Fibra muy buena, generalmente baja en nitrógeno y alta en carbón. La paja es mejor para la circulación del aire.

Recortes de hierba y césped. Es una fuente excelente de nitrógeno, se usa en la preparación del compost.

Viruta de aserrín. Se recomienda conocer la fuente del aserrín, no debe provenir de maderas envenenadas o tratadas, normalmente en los aserríos se corta la madera sin tratamientos, pero en las carpinterías la madera ya viene tratada.

Como fuente de materia mineral, se considera entre otros a la cal agrícola, roca fosfórica, ceniza vegetal y agua.

- C. Agua.** El agua es el tercer insumo básico en la preparación del compost. El que utilicemos debe ser de buena calidad, ya que juega un papel importante; si tiene un alto contenido de sales, su tenor salino contribuye a producir humus salino y a la acumulación de las sales en el humus, que al ser incorporado al suelo, contribuye aún más a la salinización del suelo. Se recomienda usar agua de río libre de sales.



Fotos 5 y 6. Agua de río y pozos libres de sales.

Compostaje

Es el proceso por el cual los microorganismos degradan la materia orgánica bruta (animal o vegetal), en materia orgánica asimilable por la lombriz y también por las plantas.

El compost puede obtenerse por las siguientes vías:

- Compost natural.
- Compost resultante del proceso de biodigestores para la obtención de biogás como fuente alternativa de energía rural.
- Compost artificial con la inoculación de microorganismos (biotierra).
- Compost obtenido por la cría de lombrices (Humus de Lombriz o Vermicompost).

Lo que no se debe utilizar en la preparación del compost

- Alimentos grasosos como aceites.
- Residuos del patio tratados con químicos.
- Productos químicos en general.
- Excrementos humanos o animales domésticos (perros, gatos, etc.)
- Latas, vidrios, plásticos, piedras, alambres o metales en general.

Etapas del compostaje aerobio

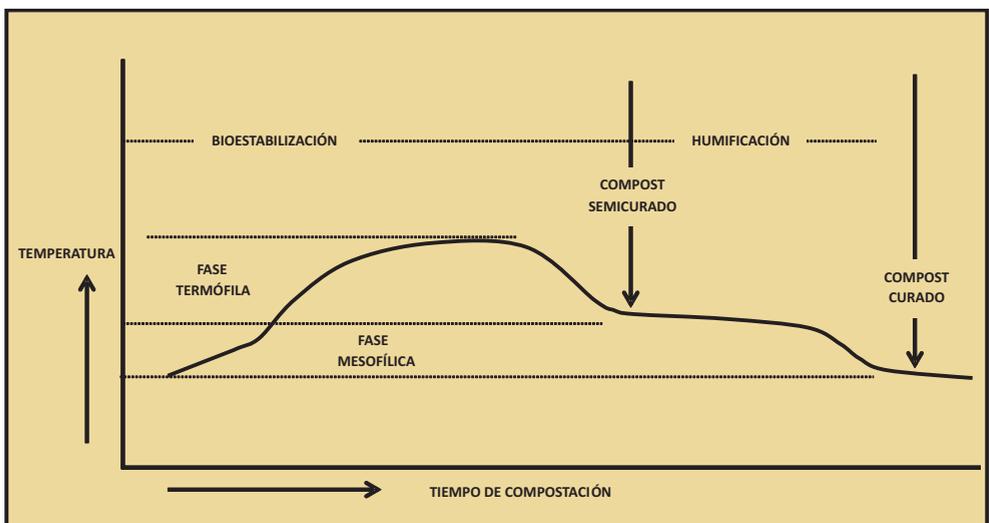
Existen dos etapas en el proceso de descomposición de la materia orgánica:

- Etapa de bioestabilización. Es la etapa del proceso degenerativo, el cual implica los cambios metabólicos condicionados a la temperatura de la materia orgánica, debido a los procesos isotérmicos de los microorganismos. Todo proceso metabólico implica la generación de temperatura, es decir existe un excedente de calor que es volcado del cuerpo de la bacteria hacia el ambiente.
- Etapa de humificación. Es cuando se produce sustancias como el ácido húmico y fúlvico que actúan como hormonas en la planta, promoviendo la generación de nuevas raíces y nuevos brotes apicales. En el proceso de humificación se encuentra la capacidad de degradación de moléculas complejas como la lignina, y la hemicelulosa. El compostaje, según el proceso biológico aeróbico, se desarrolla mediante la actuación de los microorganismos sobre la materia rápidamente biodegradable, es decir, restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos, permitiendo así obtener compost, que es un abono excelente para la agricultura. El compost se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo.

El proceso de compostaje se divide en cuatro períodos con respecto a la evaluación de la temperatura:

- **Mesofílico**, la masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente, por lo que sube la temperatura; según Pelczar da el rango de 29 a 45°C.
- **Termofílico**, existen diferentes autores que opinan que los límites de variación podrían estar entre 45 y 70°C; cuando se alcanzan los 40 °C los microorganismos termófilos transforman el nitrógeno en amoníaco; a los 60 °C desaparecen.
- **De enfriamiento**, cuando la temperatura es menor de 60°C, reaparecen los hongos termófilos y al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad.
- **De maduración**, período que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen la condensación y polimerización del humus.

Gráfico 1. Etapas del proceso de compostaje aerobio



Antes de iniciar

Es importante considerar las características del material. Una de ellas es la utilización de una relación de los materiales ricos en carbono con respecto a los ricos en nitrógeno en una relación de 3:1; es decir por cada 3 materiales ricos en carbono, se puede utilizar uno rico en nitrógeno

10.2 Estructura de camas de compostaje “Techo a Dos Aguas”

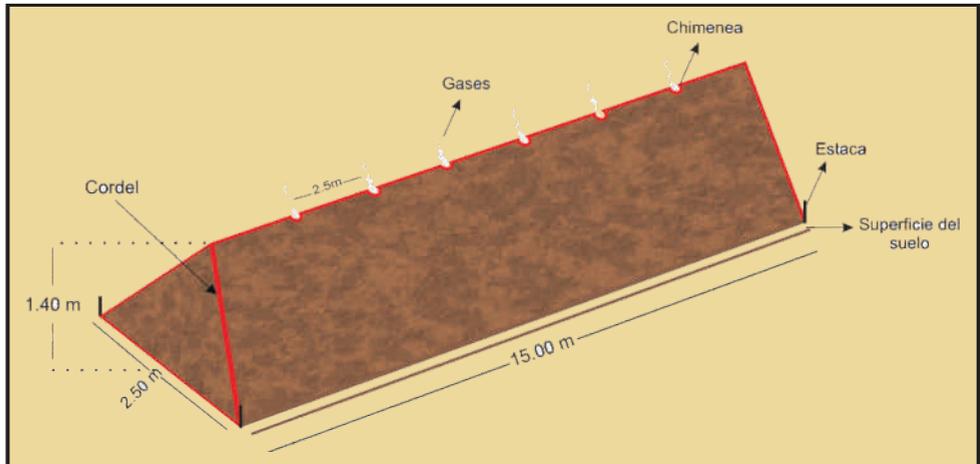


Figura 4. Lecho de compostaje “Techo a Dos Aguas”



Fotos 7 y 8. Camas de compostaje “Techo a Dos Aguas” sobre losa de cemento y cubiertas con manta. Estación Experimental Agraria Vista Florida.

Metodología del compostaje “Techo a Dos Aguas”

- Demarcar el área 2,50 m de ancho x 10 ó 15 m de largo, colocar tres estacas por lado, en total se emplearán 6 estacas. En cada extremo y en el centro se coloca una caña de guayaquil de 1,40 m de longitud x 0,10 m de diámetro y se sujeta con las tres estacas, el cordel se extiende por la parte superior hacia el otro extremo donde también está otro guayaquil sujetado por tres estacas y se da la forma de Techo a Dos Aguas. La longitud de la cama es variable, depende mucho de la disponibilidad de insumos y del área.
- A lo largo de la cama se colocan guayaquiles equidistantes a 2 m ó 2,5 m para que dejen los orificios que funcionan como las chimeneas, los cuales se retiran inmediatamente después de armar y humedecer toda la estructura. Esta labor se realiza al momento de la instalación de la compostera y en cada volteo que se realiza durante todo el proceso.
- Si el suelo es salino debe colocarse sobre la superficie de la base, un colchón de palos de 3 a 5 centímetros de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas, o en todo caso hacerlo sobre una losa de cemento que es lo más recomendable.
- Se debe disponer de suficiente cantidad de rastrojos de cultivos y estiércol para armar la compostera en capas de 20 ó 30 centímetros, hasta terminar de armar toda la estructura. Normalmente se usa 50 % de rastrojos y 50 % de estiércol, sin embargo cuando hay escasez de estiércol puede usarse la relación en volumen de 70 % de rastrojos y 30 % de estiércol.
- Al momento de la instalación de la compostera, si el material está fresco y haciendo uso del riego con manguera se emplean aproximadamente 3 m³ y cuando el material es seco, el requerimiento de agua es mayor, aproximadamente el doble, es decir 6 m³/compostera. Durante todo el proceso de compostaje desde la instalación hasta la cosecha del compost (aproximadamente 60 a 90 días), se requiere un total de 24 a 36 m³ de agua/compostera.
- Si se usa riego tecnificado por micro-aspersión y una capa protectora (plástico) que cubra toda la estructura de la cama de compost para evitar la pérdida del agua por evaporación, se logra reducir hasta en 50% el volumen total del recurso hídrico, es decir sólo se usa un promedio 12 a 18 m³ de agua en todo el proceso de compostaje.
- El agua debe ser de buena calidad, es decir exenta de sales para que el producto final compost y humus sea aceptable.

- Se monta la cama de compostaje “Techo a Dos Aguas” haciendo capas de 20 ó 30 centímetros de espesor, sin pisar el material, dando forma a los lados laterales que deben de quedar planos, siguiendo la alineación de los cordeles; después de armar la estructura, inmediatamente se retiran las cañas de guayaquil y se procede a cubrir la cama con el plástico negro.
- A los 7 días de instalada la compostera se hace el primer volteo para oxigenar el material en descomposición; posteriormente se voltea el material con una frecuencia de 10 a 15 días, hasta que el material se haya descompuesto y esté listo para alimentar a las lombrices, este indicador se hace con la prueba de sobrevivencia, normalmente son de 3 a 4 volteos que se dan en todo el proceso.
- Al final se obtiene aproximadamente de 8 a 10 toneladas de compost o alimento/cama.



Foto 9. Evaluación de la materia prima para la elaboración de las composteras “Techo a Dos Aguas”.
Estación Experimental Agraria Vista Florida.

10.3 Controles de las camas de compostaje “Techo a Dos Aguas”

Durante el proceso de preparación del compost hay tres cosas fundamentales que hay que controlar cuidadosamente:

- Humedad. La humedad debe mantenerse constante a 80% lo que significa que deben darse riegos con frecuencia, y sobre todo en la época de verano.

- Temperatura. Las temperaturas iniciales del proceso de compostación, son de 60 a 70°C y cuando termina el proceso de degradación la temperatura se estabiliza entre 30 y 35°C. Las temperaturas están en función al número de volteos, cantidad de riegos, tipo y composición de los insumos.
- pH. El cual debe mantenerse cercano a la neutralidad, para medirlo se hacen pruebas con ayuda del papel tornasol o utilizando ácido muriático sobre la muestra de compost, si hay efervescencia es ácido, en este caso se le aplica cal, a la dosis de 2 a 3 kilogramos por cama.

En el cuadro N° 1, se presenta los parámetros del proceso del compost maduro.

Cuadro N° 1. Parámetros de control del proceso de compost maduro

Parámetros	Valor	Tolerable (según A. N.T.B.) *
pH	Mínimo 6	5,4
Humedad	Máximo 40%	44% para basura orgánica
Nitrógeno total	Mínimo 1%	0,90%
Materia orgánica	Mínimo 40%	36%
Relación C:N	18,1	21,1

*A.N.T.B. Asociación de Normas Técnicas Brasileñas.

Fuente: Citado en el manual compostaje y vermicompostaje piramidal de Chanduví García, Roger.



Foto 10. Mantenimiento de las camas de compostaje “Techo a Dos Aguas”.
Estación Experimental Agraria Vista Florida.

10.4 Prueba de sobrevivencia

Esta prueba se realiza antes de aplicar el compost a los lechos o camas de lombrices. Se confecciona un recipiente de plástico de 2 ó 3 litros de capacidad, a los cuales se les hace huecos de 0,50 centímetros de diámetro distanciados 2 a 3 centímetros entre sí (sólo la parte lateral).

Se coloca en el recipiente una cantidad de compost preparado, húmedo, extraemos 50 lombrices de los lechos o camas de lombrices, las depositamos en el recipiente y las exponemos a la luz del sol. Si las lombrices rápidamente se introducen en el alimento y no salen a la superficie en unos minutos, el alimento está apto para ser incorporado a los lechos.

Si se observa que no penetran a consumir el alimento y huyen rápidamente del recipiente o mueren por acción de los rayos ultravioleta durante la prueba, nos indica que el alimento aún no está apto para ser consumido; en este caso hay que dar otro volteo y esperar 15 días más para cosecharlo; cuyas evaluaciones se registran en la ficha N°1 de anexos.



Lombriz saliendo-compost inmaduro



Fotos 11 y 12. Prueba de sobrevivencia de las lombrices. Estación Experimental Agraria Vista Florida.

10.5 Estructura de lechos o camas de lombrices “Techo a Dos Aguas”

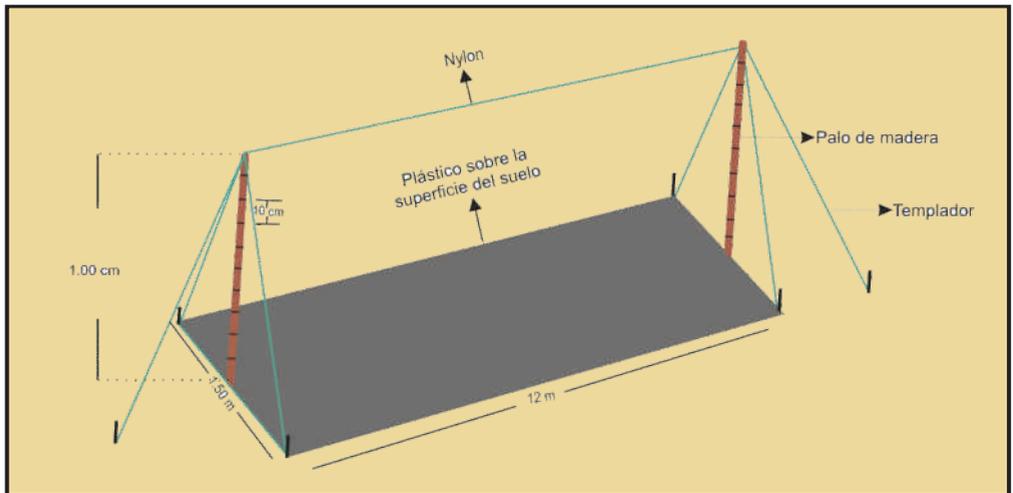


Figura 5. Lecho de lombriz “Techo a dos aguas”



Foto 13. Cama o lecho de lombriz “Techo a Dos Aguas” en su fase final.
Estación Experimental Agraria Vista Florida.

Metodología de las camas de lombrices “Techo a Dos Aguas”

- Para su preparación se necesita trazar sobre el terreno plano el área 1,50 m de ancho x 12,00 m de longitud x 1,00 m de alto; la longitud es relativa. La longitud es variable depende de la disponibilidad de compost, el área y la cantidad de humus que se va a producir.
- Se colocan 6 estacas de 30 centímetros de longitud, 3 estacas y un palo de 1,00 m de longitud en cada extremo, cada palo se sujeta con el cordel de extremo a extremo dando la forma de Techo a Dos Aguas, de allí el nombre de la tecnología.
- Hechas las camas se coloca sobre la base del suelo un plástico que cubra toda el área del lecho o cama de lombriz para aislarlo de las sales del suelo, luego se agrega el compost con humedad de 70%. Se recomienda colocar capas delgadas de 10 centímetros de alto; debido que la lombriz come en cualquier parte de la cama y sube a la superficie a depositar las excretas, es decir realiza permanentemente este recorrido; siendo importante mantener la comida en capas delgadas en la superficie, para evitar que la lombriz realice grandes desplazamientos, pierda energía y, como consecuencia, disminuya la producción de humus.
- El método que se utiliza es por capas delgadas, que consiste en extender primero una capa de 10 centímetros de alimento para luego sembrar o inocular las lombrices, después que las lombrices hayan consumido la primera capa y se observe deyecciones de la lombriz en la superficie de la cama, se agrega otra capa delgada de alimento nuevo y así sucesivamente hasta completar la altura de 1,00 m. Después de cada capa de alimento que se coloca en el lecho, es fundamental cubrir toda la cama con una manta, para evitar la pérdida del recurso hídrico por evaporación y proteger las lombrices de las plagas, especialmente de las aves.
- La siembra de lombrices en el lecho, se realiza extendiendo el alimento nuevo (compost), a lo largo de toda la cama o lecho, se riega interdiario o cada dos días dependiendo de las condiciones climáticas y de la población de lombrices. Se continúa con los riegos frecuentes, durante toda la fase del proceso controlando la temperatura y pH.
- La temperatura debe de estabilizarse entre los 15 a 25°C, y el pH entre 6,0 a 7,5.
- Una vez que se disponga del compost, se realiza la siembra o inoculación de las lombrices en la primera capa de la cama o lecho de lombriz. En este caso particular se colocan un promedio de 10 a 20 kilogramos de lombrices por cama, tratando de distribuirlas en forma uniforme en todo el lecho. El kilogramo de lombrices entre

adultas y jóvenes la constituyen en promedio 5 000 unidades. La siembra de lombrices preferentemente se realiza a las 18 horas (6 pm), y para tener éxito en la producción de humus, es necesario que las lombrices sean eficientes en la alimentación y para ello el alimento (compost), a incorporarse en los lechos de lombrices, debe mantenerse húmedo durante todo el proceso.

- Cada cama de lombriz produce aproximadamente 5 toneladas de humus de lombriz. Si se hace uso del riego tecnificado por micro-aspersión y con la manta como cobertor se utiliza un promedio de 9 m³ de agua en todo el proceso de producción de humus por cama, que dura aproximadamente entre 80 a 90 días, dependiendo de la cantidad de lombrices con que se está trabajando, a mayor cantidad de lombrices por área, menor es el tiempo de producción de humus, en dicho período la cantidad de lombrices se triplica y hasta se cuadruplica, es decir por cama se llega a producir entre 200 000 y 400 000 lombricillas; que bien pueden ser usadas para la venta para iniciar nuevos centros de producción de humus o como harina de lombriz para los concentrados de alimentos.



Fotos 14 al 17. Siembra de lombrices californianas *Eisenia foetida*, a lo largo de la cama "Techo a Dos Aguas".
Estación Experimental Agraria Vista Florida

- El sistema de producción de humus, por la forma que tiene “Techo a Dos Aguas”, evita la compactación, debido que a medida que pasan los días la carga de compost que se aplica en cada capa es menor.
- Esta tecnología de Lombricultura “Techo a Dos Aguas”, permite cosechar el humus cada tres meses, es decir 4 cosechas al año; situación que no se da con los sistemas convencionales o tradicionales.

10.6 Condiciones en el criadero de lombrices

- **Humedad.** La comida o compost debe ser humedecida antes de colocarla en la cama de lombriz, y posteriormente debe mantenerse la humedad alrededor de 70 a 80%. De esta manera las lombrices pueden desplazarse y construir galerías con facilidad y la temperatura media en el criadero de 15 a 25°C.

Estos dos parámetros se reconocen en forma práctica cogiendo un puñado del alimento compost con la mano y se presiona suave, si caen algunas gotas de agua, el alimento está en condiciones óptimas.

- **pH.** Debe ser neutro, es decir con un valor de 7, con rangos que pueden ir de 6,5 a 7,5, esta medida se realiza con ayuda del papel tornasol o utilizando ácido muriático sobre la muestra de humus, similar que en el fase de compost



Foto 18. Camas o lechos de lombrices “Techo a Dos Aguas”. Estación Experimental Agraria Vista Florida.

10.7 Plagas y enfermedades de las lombrices

La lombriz es el único animal en el mundo que no trasmite, ni padece enfermedades; sin embargo, es indefenso y por ello constituye presa fácil de muchos animales que la devoran. Entre ellos destacan: planarias, ratas, ratones, topos, sapos, cienpiés, gorgojos, hormigas, pájaros, y algunos animales domésticos como las gallinas y los cerdos.

La planaria. Es la plaga de mayor importancia dentro de los criaderos de lombrices, es un gusano plano que puede medir 50 mm., de color café oscuro, con rayas longitudinales de color café y posee una cabeza en forma de ancla. La planaria se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que el platelminto produce, posteriormente introduce en la lombriz un pequeño tubo de color blanco succionando todo el interior de la lombriz hasta matarla. Esta plaga se controla con manejo del sustrato regulando el pH de 7,5 a 8,0 debido que las planarias se desarrollan con pH bajos.



Foto 19. Plagas y enfermedades de las lombrices.

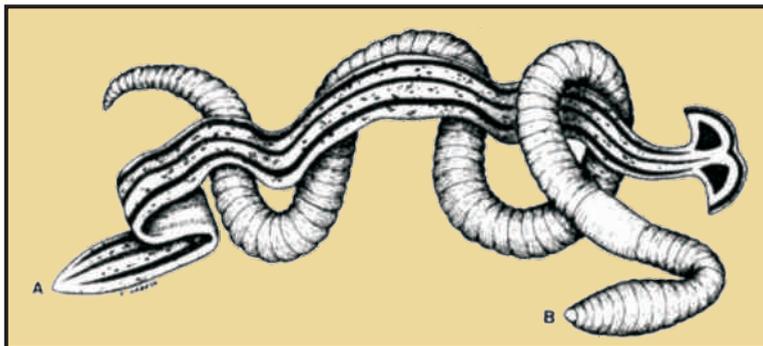


Figura 6. Planaria es la principal plaga de las lombrices en los criaderos

Las hormigas rojas. Son depredadores naturales de la lombriz. Son atraídas por el azúcar que la lombriz produce al momento de deslizarse por debajo del sustrato. Para su control no es necesario, la aplicación de químicos, sino simplemente de mantener la cama de lombriz con un 70% a 80% de humedad, esta misma práctica controla el ataque de ratones.

Pájaros. Como los chilalos y chiscos, constituyen un problema cuando llegan en bandadas, pueden acabar con las lombrices en poco tiempo. Para su control se coloca un manto de pasto de 10 centímetros sobre la cama de las lombrices o se cubre con una manta, en nuestro caso la cubrimos con mantas.

Sapos. Son carnívoros y la lombriz es una alternativa en su alimentación constituida por lo general por insectos; sin embargo, como no pueden penetrar en la cama de las lombrices, no son considerados como plagas de mayor importancia.

10.8 Recuperación o cosecha de lombrices

La Lombricultura “Techo a Dos Aguas” a diferencia de los demás sistemas tradicionales, no necesita de colocar trampas para cosechar las lombrices, tan solo se espera que las lombrices lleguen a la superficie de las dos últimas capas (80 a 100 centímetros) del lecho o cama de lombriz para ser rescatadas o cosechadas.

Para cosechar la mayor cantidad de lombrices de la cama, es necesario colocar una nueva capa de 20 cm de compost (alimento) a lo largo de la última capa, y dejarla entre 48 a 72 horas dando tiempo para que las lombrices salgan a la superficie y proceder a cosecharlas.

Para garantizar la cosecha de mayor cantidad de lombrices, se recomienda realizar este proceso 2 a 3 veces.

Las lombrices cosechadas pueden trasladarse inmediatamente a otros lechos nuevos donde se desea sembrar para agrandar la explotación o vender núcleos o módulos de lombrices, para ello es necesario alojar las lombrices en cajones de madera de fácil manejo, con una porción de compost humedecido (alimento), para evitar la mortalidad.



Foto 20. Última capa de la cama, funciona como trampa para cosechar a las lombrices. Estación Experimental Agraria Vista Florida.

11.1 Cosecha y manejo del humus de lombriz

En la lombricultura "Techo a Dos Aguas" las camas o lechos de lombrices una vez completadas, después de los suministros de alimento (compost), generalmente al segundo y tercer mes, y convertido todo el compost en humus de lombriz, se procede a cosechar las lombrices de la parte superior de la cama, luego se retiran los palos y cordeles que forman la estructura y se procede a cosechar la excreta o humus de lombriz con ayuda de palanas, trinchas, carretillas, y se lleva a un patio o losa de oreo bajo sombra para bajar el grado de humedad hasta alrededor del 50%.

Si el humus es destinado para la comercialización, se sugiere zarandear, envasar y pesar el humus en bolsas de 50 kilogramos; pero si es para llevarlo directamente a la chacra o finca, no es necesario realizar dichas actividades, que elevarían los costos de producción y se perdería parte de la materia orgánica.



Fotos 21 y 22. Cosecha, envasado y pesado de humus de lombriz. Estación Experimental Agraria Vista Florida.



Fotos 23 y 24. Humus de lombriz almacenado a granel sobre manta plástica y sobre tarima. Estación Experimental Agraria Vista Florida.

Para el almacenamiento del humus de lombriz, se recomienda que los sacos no sean herméticos o impermeables, no se deben almacenar en rumas de más de 5 sacos de altura para evitar la compactación, también se pueden conservar a granel hasta el momento de su despacho, bajo sombra y siempre húmedos para conservar vivos los millones de microorganismos existentes en el humus.

El tiempo de permanencia del humus de lombriz en almacén, no debe sobrepasar los 3 meses, debido que perdería las propiedades biológicas, químicas y físicas.

Para que el humus de lombriz sea más efectivo como fertilizante mejorador de los suelos, es necesario que su aplicación se realice inmediatamente después de ser cosechado.

11.2 Características y calidad del humus de lombriz

Luego del tamizado o zarandeo, el humus queda como un producto fino, su apariencia es de color café-gris granulado e inodoro.

La calidad del humus de lombriz radica principalmente en su contenido porcentual de nutrimentos, ello depende básicamente de la calidad de los ingredientes y el manejo que se le da, durante el proceso.

El humus de lombriz debe tener una humedad superior al 40% para mantener viva a la población microbiana que es alrededor de dos billones de microorganismos por gramo de humus, pudiendo incrementarse esta cifra de acuerdo a la calidad del producto.

La caracterización del humus permite identificar el cumplimiento de requerimientos comunes registrados en la normatividad vigente, que permiten tener un control de la calidad del producto que se busca ofrecer al mercado, para la fertilización de los cultivos.

Para establecer la calidad del humus, se tiene que hacer determinaciones analíticas de sus características, mediante análisis de laboratorio.

La composición química promedio del humus de lombriz fluctúa entre los valores que se proporcionan en la siguiente tabla N° 1

Tabla N° 1. Valores medios analíticos del humus de lombriz

VALORES MEDIOS ANALÍTICOS DEL HUMUS DE LOMBRIZ	
• pH	7,3
• Carbonato de calcio	10,0 %
• Cenizas	54,0 %
• Nitrógeno total	2,8 %
• Fósforo total	1,2 %
• Potasio total	1,0 %
• Materia orgánica	53,6 %
• Humedad	36,8 %
• Ácidos húmicos	5,6 %
• Ácidos fúlvicos	2,8 %
• Magnesio total	0,48 %
• Calcio total	5,69 %
• Manganeso total	380 ppm
• Cobre total	92,3 ppm
• Zinc total	350,0 ppm
• Relación C/N	11,3 %
• C.I.C.	77,20 meq/100 g
• C.E.	3,5 mMhos/cm
• Retención de humedad	1 800 a 2 000 cc/kg seco
• Superficie específica	700 a 800 m ² /g
• Microorganismos aerobios	9,5 x 10 ¹² u.f.c.
• Carga microbiana	7,8 x 10 ⁶ u.f.c.
• Detección de salmonellas	Negativo.
• Detección de hongos patógenos	Negativo.

Fuente: Laboratorios Estación Experimental Agraria Vista Florida. 2012.

11.3 Beneficios y aplicaciones

El humus de lombriz es un abono completo y eficaz mejorador de suelos, tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, facilitando una mejor manipulación al aplicarlo, cuyos beneficios se muestran en varios niveles:

• Beneficios

Nivel físico

- Mejora la aireación y capacidad de retención de agua y nutrimentos.
- Mejora la capacidad de germinación de las semillas.
- Reduce la erosión del suelo.
- Mejora la textura y estructura del suelo, aligerando los terrenos arcillosos, y agregando los arenosos y, por ser de naturaleza coloidal, retiene mucha humedad.

Nivel químico

- Enriquece el suelo de sustancias orgánicas y minerales esenciales para las plantas.
- Promueve la asimilación de los nutrimentos transformándolos en formas asimilables.
- Conserva y eleva el contenido orgánico de los suelos.
- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrimentos asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- No aporta salinidad al suelo, por el contrario regula la existente.
- Favorece la asimilación de nitrógeno, potasio y la solubilización del fósforo.
- Brinda un buen contenido de minerales esenciales; nitrógeno, fósforo y potasio, los que libera lentamente; y los que se encuentran inmóviles en el suelo, los transforma en elementos absorbibles por la planta.

Nivel biológico

- Evita el shock del transplante, favorece y acelera el crecimiento de las raíces de las plantas.
- Promueve la formación de micorrizas, activando los procesos biológicos del suelo.
- Aumenta la capacidad inmunológica y la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, así como tolera la sequía.
- Siembra vida, inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos al suelo, cuya carga microbiana es alta.

En el cuadro N° 2 se muestran las diferencias más importantes del humus de lombriz y los fertilizantes químicos.

Cuadro N° 2. Comparativo entre humus de lombriz y fertilizantes químicos

N°	Descripción	Humus de lombriz	Fertilizantes químicos
1	Formulaciones de aplicaciones	A formulaciones altas, mayor beneficio, sin causar quemaduras en las plantas, mayores rendimientos.	A formulaciones altas, intoxicación, quemaduras de las plantas, bajos rendimientos.
2	Nutrientes	Bajos en elementos esenciales (N, P, K, Ca, Mg, etc.) y ricos en materia orgánica, carga biológica y microelementos.	Altos en elementos esenciales (N, P, K, Ca, Mg, S, etc.), pobres en materia orgánica y nula carga biológica.
3	Vencimiento	A mayor edad del humus, es más asimilable, más nutritivo para las plantas.	A mayor edad, es menos nutritivo, por pérdida de sus elementos esenciales (N, P, K, Ca, Mg y S).
4	Acidez/alcalinidad	Conduce el pH del suelo hacia lo neutro (pH 7).	Acidifica o alcaliniza el suelo según la sal usada.
5	Estructura del suelo	Mejora la textura del suelo, aligerando los terrenos arcillosos, y agregando los arenosos, mejorando la aireación y retención de agua.	Destruye la textura y estructura del suelo, al apelmazarlo.
6	Retención del agua	El humus por su naturaleza coloidal retiene la humedad.	No retiene la humedad.
7	Beneficios	A corto, mediano y largo plazo se asegura la calidad y cantidad de las cosechas, debido que devuelve la fertilidad natural del suelo, hay menores necesidades de nutrimentos y por ende menores gastos.	A corto plazo, hay mejoras. A mediano y largo plazo, se deteriora el suelo, haciéndolo dependiente de nuevos y mayores aportes de nutrimentos, mayores gastos.
8	Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos benéficos al suelo.	No aporta y por cambios de pH se desarrollan los microorganismos perjudiciales.
9	Ecología y protección del ambiente	El humus es producto del reciclaje de desechos urbanos, agrícolas y pecuarios.	Producen desertificación del suelo y contaminación del agua.
10	Costos	Mayor costo al iniciar el abonado, pero disminuye con el tiempo, debido al mayor aporte de nutrimentos al suelo por el efecto residual de las aplicaciones.	Es barato, pero se hace dependiente de continuas y mayores aplicaciones.

Fuente: Manual de Lombricultura de Serrano Collazos, Ezequiel, 2009.

• Aplicaciones

El humus no es tóxico, ni quema las plantas, por lo que se le usa en diferentes cultivos y en dosis diferentes. Se recomienda aplicarlo de preferencia en la preparación del terreno, antes de la siembra.

También se puede aplicar durante la siembra, acompañando la semilla y durante las etapas de desarrollo del cultivo, es decir 7 a 15 días después de la siembra o antes de la floración y fructificación.

El humus de lombriz se puede aplicar en diferentes suelos y la dosis depende del grado de fertilidad del suelo, para ello se sugiere realizar análisis de suelos, si se aplica como fuente de elementos esenciales, las dosis son altas generalmente de 10 a 20 t/ha/campaña.

Otra de las alternativas que se presenta cuando la producción no está orientada al mercado orgánico, que es realizar una fertilización órgano-mineral, es decir una combinación del fertilizante orgánico (humus o compost, como fuente de materia orgánica, microorganismos y macro-elementos) y los fertilizantes químicos (como fuente de los macro-elementos esenciales); y para no afectar la población microbiana del humus de lombriz, en la mezcla el fertilizante químico no debe superar el 3% del total del fertilizante orgánico y hecha la mezcla debe aplicarse inmediatamente al suelo, con su posterior pase de agua.

La lombriz como materia prima se puede usar en:

- Piscicultura (crianza de peces y pesca).
- Alimentación animal (harina de lombriz tiene 76% de proteína).
- Al tener una superpoblación de lombrices se puede vender módulos o núcleos.

En esta oportunidad y de acuerdo a nuestras investigaciones, presentamos en el cuadro N° 3, indicaciones generales para el uso del humus de lombriz en la agricultura.

Cuadro N° 3: Indicaciones para la fertilización con humus de lombriz

Especie	Dosis promedio de humus para todo el ciclo del cultivo	Mantenimiento
Leguminosas	3 – 5 t/ha	Cubre todo el cultivo
Maíz	8 – 10 t/ha	Cubre todo el cultivo
Frutales (mango, cítricos, paltos, etc.)	10 – 20 t/ha	Cubre toda la campaña
Yuca, camote, papa	8 - 10 t/ha	Cubre todo el cultivo
Café, té, cacao	8 - 10 t/ha	Cubre toda la campaña
Banano	10 - 20 t/ha	Cubre toda la campaña
Algodón	10 - 15 t/ha	Cubre todo el cultivo
Caña de azúcar	15 - 30 t/ha	Cubre toda la campaña
Forestación y reforestación	3 - 5 t/ha	Por año
Pastos	500 – 1 000 g/m ²	Cubre toda la campaña
Césped	500 – 1 000 g/m ²	Por año
Plantas de interior, helechos, etc.	250 g/maceta	4 veces al año
Hortalizas	1 000 – 2 000 g/m ²	Cubre todo el cultivo
Rosas	500 – 1 000 g/m ²	Cubre todo el cultivo
Floricultura	500 – 1 000 g/m ²	Cubre todo el cultivo
Recuperación de suelos	15 - 20 t/ha	Por año

Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.



Fotos 25 y 26. Incorporación de humus en el fondo del surco para caña, y aplicación en anillos para frutales de mango. Estación Experimental Agraria Vista Florida.



Fotos 27 y 28. Fertilización de maíz y forestales con humus de lombriz. Estación Experimental Agraria Vista Florida.



Fotos 29 y 30. Distribución e incorporación de humus de lombriz con máquina antes de la siembra. Estación Experimental Agraria Vista Florida.

11.4 Ventajas de la Lombricultura “Techo a Dos Aguas”

- Incrementa los volúmenes de uso de compost en los lechos de lombrices por el diseño “Techo a Dos Aguas” y consecuentemente se obtiene una mayor producción de humus de lombriz en menor tiempo.
- Reduce la contaminación del humus por las sales del suelo, debido al aislamiento que se hace al suelo usando un plástico en la base del área del lecho de lombriz.
- Acelera la producción de humus por el fenómeno de competencia que se genera en las lombrices por el alimento, debido que en el proceso y por la estructura “Techo a Dos Aguas” el alimento es cada vez más escaso y la población de lombrices se multiplica.
- Facilita la cosecha de lombrices, debido al desplazamiento progresivo que hacen las lombrices hacia la parte superior en busca de nuevo alimento.
- El uso del cobertor sobre el lecho de lombriz, favorece el ahorro de agua, ataque de plagas; creando condiciones favorables para que la lombriz pueda ser eficiente en su alimentación y reproducción, trayendo consigo una mayor población de lombrices y una degradación uniforme del compost que la convierten en humus.
- Disminuye los costos de producción al no usar materiales en su estructura como ladrillos, alambres, tablas y caña Guayaquil.
- Maximiza el espacio de producción de humus, haciéndolo más rentable; y por la estructura que tiene “Techo a Dos Aguas”, evita la compactación.

La lombriz desecada y transformada en harina es un alimento de alto valor nutritivo para otros animales. Su contenido de proteína es de 66 a 85%, además contiene todos los aminoácidos esenciales en proporciones altas en comparación a la harina de pescado.

El valor proteico de la lombriz comparado con el de algunos animales y plantas se puede ver de acuerdo a los datos obtenidos por los investigadores Popov I.S., Dmitrochenko A.P. y Krilov V. M. (1975) y los colombianos Hurtado y Delgado (1986), quienes hicieron un análisis comparativo de contenido de proteína (ver cuadro N° 4).

Cuadro N° 4. Valor proteico de la lombriz

	Valor proteico de la lombriz
	66,8 – 85,00 %
Organismos de animales en promedio	45,00 %
En 4.000 kg de leche x ha/ordeño/año	140,00 kg
	27,30 %
	80,00 kg
	15,00 kg
	1,50 kg
	1,8–49,20 %
Producción de leguminosas (40 Q x ha)	500,00 kg
	31-32 %

Fuente: Citado en el Manual de Lombricultura de Serrano Collazos, Ezequiel, 2009.

12.1 Procedimiento para preparar harina de lombriz

Actualmente existen métodos científicos para preparar la harina de lombriz, sin embargo describiremos un método artesanal que utilizamos en la Estación Experimental Agraria Vista Florida para obtener harina y suministrarla a nuestros animales (patos, gallinas, etc.).

- a) Matanza de lombrices con agua salada; dos cucharadas de sal por litro de agua, tiempo necesario 5 minutos.
- b) Escurrido y lavado: las lombrices muertas se dejan escurrir sobre una malla de plástico y se lavan con abundante agua para eliminar el líquido amarillo que excretan al momento de la matanza. Este líquido amarillo tiene mal olor y, si no se lava, la harina no sería aceptada por los animales. Con el lavado se eliminan algunas bacterias y hongos indeseables.
- c) Secado de las lombrices muertas: el secado se puede hacer a la intemperie, al sol directo; también se puede utilizar un horno solar.
- d) Lombrices desecadas: se funden unas con otras, constituyendo planchas.
- e) Se muelen (molino) y como resultado final se obtiene un polvo de color amarillento (harina de lombriz) que contiene de 66 a 85% de proteína animal, con un 10% de humedad, el cual puede ser utilizado en los concentrados en reemplazo de la harina de pescado.

De acuerdo a nuestras investigaciones se necesitan de 6 a 8 kilogramos de lombrices vivas para producir 1 kilogramo de harina.

12.2 Usos de la carne y harina de lombriz

La carne de la lombriz es una fuente de proteínas de bajo costo, de la que se obtiene harina con un promedio de 76% de proteína y una gran cantidad de aminoácidos esenciales.

Actualmente la carne de lombriz se emplea en la alimentación humana (sólo si su alimento es de origen agropecuario) en pueblos del África y China.

Su uso es para la alimentación animal, a través de los concentrados.

También se le usa como carnada de pescador, algo muy común en los Estados Unidos.



a) Preparación de la solución salina, y muerte de las lombrices. E.E.A. Vista Florida.



b) Lavado y secado de las lombrices a la intemperie. E.E.A. Vista Florida.



c) Harina de lombriz para ser usada en los concentrados para animales. Estación Experimental Agraria Vista Florida.

Figura 7. Proceso para obtener harina de lombriz

13.1 Producción estimada de estiércol y rastrojos por agricultor

Un agricultor que posee en promedio 17 animales y 3 hectáreas de terreno y hace dos campañas al año con rotación de cultivo (maíz amarillo duro y frijol) o cualquier otro cultivo bianual, es de esperar que tenga o produzca por lo menos al año las cantidades de estiércol y rastrojos que se indican en los cuadros N°5 y N°6.

Cuadro N° 5. Producción de estiércol por agricultor

N° animales	Tipo de animal	Peso de cada animal (kg)	Peso total de los animales (kg)	Estiércol producido en un año en kg (*)
5	Vacas	350	1 750	35 000
1	Caballo	250	250	5 000
1	Burro	200	200	4 000
10	Cabras u ovejas	30	300	6 000
Total (kg)		830	2 500	50 000

Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.

(*) Se estima que cada animal produce en un año una cantidad de estiércol igual a 20 veces su peso vivo.

Cuadro N° 6. Producción de rastrojos de sus cultivo por agricultor

N° hectáreas	Rastrojos de Cultivos en kg		Rastrojos producidos en un año en kg (*)
	Maíz amarillo	Fríjol caupí	
1	12 000	5 000	17 000
1	12 000	5 000	17 000
1	12 000	5 000	17 000
Total (kg)	36 000	15 000	51 000

Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA

(*) Se estima una producción anual de 51 t de rastrojos; considerando dos campañas por año (una de maíz y otra de frijol); y destinando un 30% de rastrojos al ganado.

Con la producción de 50 toneladas de estiércol más 51 toneladas de rastrojos de sus cosechas; cada agricultor puede preparar 50 toneladas de compost o alimento para las lombrices y de éstas producir por cama o lecho de lombriz “Techo a Dos Aguas” de dimensiones (1,5 m x 12 m x 1 m), la cantidad de 5 toneladas de humus de lombriz. Si instala seis camas y haciendo sólo una cosecha a los tres meses, obtendrá una producción de 30 toneladas de humus de lombriz de buena calidad. Teniendo aún la capacidad de producir 120 toneladas de humus de lombriz al año, si es que dispusiera de mayor cantidad de insumos (rastrojos y estiércol) y realizara 4 cosechas al año.

Ahora bien, si 10 agricultores deciden unirse por amistad, o vínculos de consanguinidad, para formar un centro lombricultor, bajarían los costos de instalación y producción de humus de lombriz, teniendo la capacidad de producir a los tres meses con el aporte de cada agricultor los mismos insumos antes mencionados la cantidad de 300 toneladas de humus de lombriz y 1 200 toneladas de humus de lombriz al año. Esta cantidad de humus de lombriz es suficiente para que cada agricultor dueño de un predio de 3 hectáreas pueda aplicar 10 toneladas métricas de humus de lombriz por hectárea al año a todo su predio; y considerando una riqueza mínima del humus de lombriz de 1,50% de Nitrógeno, 0,50% de Fósforo y 0,50% de Potasio, se estaría incorporando a todo el predio 150 kg de nitrógeno, 50 kg de fósforo y 50 kg de potasio. Aporte de macro-elementos esenciales más que suficientes para obtener una cosecha de leguminosas sin aplicación de fertilizantes químicos, cuyos requerimientos nutricionales del cultivo (N:P:K), están en el orden de 60:40:40 respectivamente.

13.2 Costos y ganancias

- **Costos variables**

Están comprendidos los gastos en mano de obra, gastos en maquinaria, equipos y herramientas, gastos en insumos, materiales, envases y transporte.

Para este caso específico para la producción de 1 500 toneladas de humus de lombriz en cinco años, el costo variable total asciende a la suma de 168 220 nuevos soles; ver cuadro N° 7 de anexos.

- **Costos fijos**

Comprende los gastos administrativos, gastos generales, la depreciación y los gastos financieros.

De igual forma el costo fijo total asciende a la suma 63 757 nuevos soles, para la producción de las 1500 toneladas de humus de lombriz en 5 años; ver cuadro N° 8 de anexos.

- **Ingresos**

Los ingresos están referidos a la venta de las 1 500 toneladas de humus de lombriz que al precio de 400 nuevos soles la tonelada, se obtiene un ingreso de 600 000 nuevos soles, sumado los ingresos de 13 500 nuevos soles por concepto de la venta de 45 módulos de lombrices al precio unitario de 300 nuevos soles c/u. Se obtiene un total de ingresos de 613 500 nuevos soles, que si descontamos el costo total (S/. 231 977), se obtiene una utilidad neta de 381 523 nuevos soles, para este caso en particular; ver cuadros N° 8 y 9 de anexos.

- **El Valor Actualizado Neto (V.A.N.).** Es igual al valor actualizado de los ingresos o beneficios, menos el valor actualizado de los costos.

Para este caso en particular, encontramos el V.A.N. empleando una tasa de interés de 10%, 25% y 30%, cuyos resultados se observan en los cuadros N° 10, 11 y 12 de anexos.

Al 10% el V.A.N. es de 322966 nuevos soles.

Al 25% el V.A.N. es de 227020 nuevos soles.

Al 30% el V.A.N. es de 205207 nuevos soles.

Se considera aceptables los proyectos cuyo valor actual neto es positivo y si se trata de comparar entre dos o más proyectos, entre los cuales debe seleccionarse uno, se elegirá aquél que tenga el mayor V.A.N. positivo.

- **Relación Beneficio/Costo (B/C).** Es igual al valor actualizado de los beneficios o ingresos, entre el valor actualizado de los costos.

La relación B/C evalúa la eficiencia de utilización de los recursos por el proyecto, por lo que es utilizada para determinar si se deben asignar fondos a un proyecto o para determinar la clasificación de varios proyectos.

En nuestro caso tenemos los siguientes resultados (ver cuadros N° 10, 11 y 12 de anexos.)

Para la tasa de interés de 10% la relación B/C es de 3,27.

Para la tasa de interés de 25% la relación B/C es de 3,21.

Para la tasa de interés de 30% la relación B/C es de 3,19.

Estos tres resultados indican que en valor presente por cada nuevo sol invertido que la empresa incurre en costos el proyecto en valor presente genera un beneficio mayor a 3 nuevos soles.

Se considera que un proyecto es aceptable, si su relación (B/C) es mayor de 1.

- **Punto de Equilibrio (P.E.).** El punto de equilibrio de un proyecto corresponde al volumen de producción que es necesario producir, para no tener pérdidas, ni ganancias.

El punto de equilibrio para nuestro caso, es cuando se producen 68,56 toneladas de humus de lombriz (ver cuadro N°13 y gráfico N°2 de anexos); el cual quiere decir que con un volumen de producción de 68,56 toneladas de humus de lombriz no se tienen ni ganancias, ni pérdidas, considerando la inversión de este caso en particular.

El costo unitario de una tonelada de humus de lombriz, bajo dichos costos, asciende a la suma de 154,65 nuevos soles.

- **Los Estados Financieros.** Nos dan una primera indicación de la rentabilidad del proyecto, los más conocidos son el Flujo de Caja y el Estado de Ganancias y Pérdidas. Estado de Ganancias y Pérdidas. Muestra los resultados económicos que pueden esperarse durante los años de vida útil del proyecto.

En nuestro caso, cuadro N°08 de anexos, se muestra que en los cinco años de vida útil del proyecto hay utilidades. En el primer año, por ser el año donde se hace la inversión en equipos y herramientas, se tiene una utilidad menor ascendente a la suma de 66 378 nuevos soles y a partir del segundo al quinto año, donde ya no hay inversión de equipos y herramientas, las utilidades son mayores y ascienden a la suma de 78 786 nuevos soles por cada año.

El Flujo de Caja. Nos muestra cómo se darán, durante los años que dure el proyecto, los ingresos y egresos en efectivo.

En el cuadro N°9 de anexos, se muestra para nuestro caso en particular, que el ingreso total del proyecto en los 5 años asciende a la suma de 613 500 nuevos soles y los egresos para este mismo lapso de tiempo es de 185 042 nuevos soles en efectivo.

Cabe mencionar que los ingresos del primer al quinto año son similares (122 700 nuevos soles), debido que la producción de humus (300 toneladas/año) y la producción de módulos de lombrices (9 módulos/año) son fijas, al igual que los precios, 400 nuevos soles/tonelada de humus y 300 nuevos soles/módulo de lombrices.

Para el caso de los egresos, en el mismo cuadro N°9, se observa que el mayor desembolso es de 46 935 nuevos soles, correspondiente al primer año de vida útil del proyecto, debido a la mayor inversión en equipos y herramientas; del segundo al quinto año los desembolsos disminuyen a 34 527 nuevos soles y son uniformes, debido que los gastos fueron por los mismos conceptos, en las mismas cantidades y volúmenes.

GLOSARIO

Acciones antrópicas, acciones realizadas por la especie humana. Del griego anthropos (hombre).

Ácidos húmicos, productos de la descomposición del estiércol y la materia orgánica del suelo. Se solubilizan en los medios alcalinos y precipitan en presencia de ácidos.

Actinomicetos, género de bacterias, generalmente patógeno e inmóvil con ramificaciones filamentosas.

ADN, ácido desoxirribonucleico. Molécula del núcleo celular que contiene la información genética. Cuando resulta dañada por las radiaciones u otros motivos, cambian los genes, lo que provoca mutaciones y malformaciones genéticas.

Aerobio (a), proceso que tiene lugar en presencia de oxígeno, condición necesaria para que las bacterias puedan realizar sus procesos metabólicos.

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

Anaerobiosis, procesos metabólicos que tienen lugar en ausencia de oxígeno.

Bacterias, organismos microscópicos unicelulares. Se desarrollan en cualquier parte donde encuentren un sustrato que les aporte energía. Algunas se desarrollan en presencia de oxígeno y otras prosperan sin oxígeno.

Biogás, gas combustible, mezcla de metano con otras moléculas, formado en reacciones de descomposición de la materia orgánica (biomasa).

Cama de compostaje “Techo a Dos Aguas”, es un sistema de compostaje que se realiza acumulando la mezcla de los residuos de materia orgánica humedecida en pilas alargadas de unos 15 a 20 m de largo por 2.5 m de ancho y 1.40 m de altura, con chimeneas equidistantes de 2 m que son periódicamente humedecidas y volteadas para favorecer la descomposición de la materia prima, cuyo producto final es el compost o alimento para la lombriz.

Cama o lecho de lombriz “Techo a Dos Aguas”, es un sistema de crianzas de lombrices, basada en la cría intensiva para la producción de humus en forma comercial, a partir de un sustrato orgánico descompuesto, cuyo principio fundamental es generar competencia entre las lombrices por el alimento que consumen (compost) durante el proceso.

Celulosa, es el componente principal de la pared de las células vegetales. En las plantas, la celulosa suele aparecer combinada con sustancias leñosas, grasas o gomosas.

Compost maduro, es el producto estabilizado y saneado de compostaje. Ha experimentado descomposición y está en proceso de humificación (estabilización), se caracteriza por contener los nutrientes en formas fácilmente disponibles para las plantas.

Contaminación, cualquier alteración física, química o biológica del aire, el agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.

Degradación, en los plásticos, se dice que es degradable cuando su estructura química puede sufrir cambios significativos que resultan en una pérdida de algunas propiedades.

Descomposición, acción de bacterias y hongos microscópicos sobre la materia orgánica. Estos micro-organismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos reduciéndola a formas más simples que pueden ser asimiladas por las plantas.

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

Fermentación, cambios químicos en las sustancias orgánicas producidas por la acción de las enzimas.

Estiércol, excremento de animales (vacunos, equinos, caprinos, ovinos, etc.).

Guano, materia formada por la acumulación de excrementos de las aves marinas en las costas de Perú y norte de Chile. Se emplea como abono por su riqueza en materia orgánica y en compuestos nitrogenados.

Humus, (palabra latina que significa suelo). Materia orgánica del suelo. El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono.

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

Neutralización, proceso por el que una disolución ácida o básica pasa a ser neutra. Las disoluciones ácidas se neutralizan con disoluciones básicas y al revés.

pH, nombre de la escala que mide el valor de la acidez o alcalinidad de una sustancia. Sus valores van de 0 a 14. Se considera neutro un valor de 7, mientras que por debajo del valor corresponde a una materia ácida y por encima a una alcalina.

Proteína, nombre que recibe cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos que forman los organismos vivientes y son esenciales para su funcionamiento.

ppm, partes por millón. Forma de medir concentraciones pequeñas. 300 ppm equivalen a 0.03%.

Salinidad, es la acumulación de sales en la superficie del suelo, afecta seriamente el crecimiento de las plantas. En el campo se presentan como costras o manchas blancas en la superficie del suelo. Los problemas más graves se observan cuando la salinidad está en el lomo de los surcos de cultivo. Se recomienda en estos casos, que las siembras se hagan en el fondo del surco para evitar los daños de salinidad.

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

Textura del suelo, grosor o finura de las partículas y la proporción de cada uno de los grupos de agregados que constituyen el suelo.

Valorización de residuos, se denominan así a los procesos que permiten aprovechar los residuos para obtener de ellos nuevos productos u otros rendimientos útiles.

BIBLIOGRAFÍA

- ALIAGA RODRÍGUEZ, LUIS.** Manual técnico sobre crianza de lombrices, FUNDEAGRO, Lima, 1990.
- CHANDUVÍ GARCÍA, ROGER.** Compostaje y vermicompostaje piramidal, Universidad Nacional de Piura, Piura, 2002.
- CUÉLLAR, ISMAEL – VILLEGAS, RAFAEL – DE LEÓN, MARIO – PÉREZ, HIPÓLITO.** Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba, INICA, La Habana, 2002.
- DÍAZ DÍAZ, HERNÁN,** Proyectos de Inversión, Adex, Lima, 1997.
- DOMÍNGUEZ VIVANCOS, ALONSO,** Tratado de fertilización, Madrid, España. 1997, tercera edición.
- FUENTES YAGÜE, JOSÉ,** El suelo y los fertilizantes, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, Lima, 1994.
- GOMERO LUIS – VELÁSQUEZ, HÉCTOR,** Manual de abonos orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de suelos, RAAA. Lima, 1993.
- GUERRERO MARÍN, ANA,** Producción y análisis de calidad del humus de lombriz, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida - UNPRG, Lambayeque, 2006.
- GUERRERO M. - SONO V.,** Evaluación del ciclo vital de la lombriz Eisenia foetida. UNPRG, Lambayeque, 2004.
- PEÑARANDA C. G,** Curso teórico y práctico de lombricultura, Academia de Ciencias de Ucrania, Kiev, Ucrania. 1996.
- PINEDA MILICICH, RICARDO,** Lombricultura, humus de lombriz; preparación y uso, CIPCA, Piura, 1994.
- El Estiércol, Serie Nuestros Recursos N°11, CIPCA, Piura, 1990.
 - Cómo Preparar Abono Compost, Serie Nuestros Recursos N°2, CIPCA, Piura, 1989, segunda edición.

ROTONDO CORANTE, ANNA, Comparativo de cuatro sistemas de producción de humus de lombriz, bajo condiciones de costa norte, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida, Informe de Prácticas Pre-profesionales, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de ICA, Lambayeque, 2005.

RUESTA CAMPOVERDE, ASDRUBAL, Informes Anuales del Programa Nacional de Investigación en Suelos, Aguas y Agroecología de INIA, Lambayeque 2007, 2008 y 2009.

- Comparativo de un sistema de riego tecnificado para la producción comercial de compost y humus de lombriz, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, 2009.
- Evaluación de la broza de caña de azúcar, rastrojos de leguminosas, arroz y maíz para la producción de compost con el uso de microorganismos eficaces bajo condiciones de costa, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, 2009.
- Efecto de diferentes dosis y fuentes de materia orgánica en la producción de frijol caupí para exportación, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, 2008.
- Comparativo de cinco sistemas de producción de humus de lombriz, bajo condiciones de costa, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, 2008.
- Comparativo de cinco sistemas de producción de compost, bajo condiciones de costa, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, 2007.
- Evaluación de diferentes insumos (rastrojos de cosechas y estiércoles de ganado) para la producción y calidad de compost y humus de lombriz, INIA, Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, 2007.
- Efecto de diferentes dosis y fuentes de materia orgánica en la producción de mango, INIA, Estación Experimental Vista Florida, Lambayeque, 2007.
- Manual técnico sobre producción de humus de lombriz en costa, INFOD, Lambayeque, 2004.

SERRANO COLLAZOS, EZEQUIEL, Manual de Lombricultura, Granja Educativa, Colombia, 2009.

VILLEGAS SUCLUPE, PATRICIA, “Efecto de la fertilización órgano–mineral en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar”, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, UNPRG-INIA Estación Experimental Agraria Vista Florida, Lambayeque, 2004.

ZEGARRA, OCTAVIO – RISPA, IRENE – JARA, WILMER – GARCÍA, ALFREDO, Manual Básico de Lombricultura, Asociación Nacional de Lombricultura, Lima, 1993, segunda edición.

ZIEMENDORFF STEFAN, Manual buen manejo de la lombricultura, Proyecto Pisa, Chiclayo, 2001.

ANEXOS

Ficha N° 1: Control para el manejo de camas de compostaje de la lombricultura
“techo a dos aguas”

Nº Camas de compostaje		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total (t)
Fecha instalación														
1er. Volteo	Aireado													
	Armado													
	pH													
	T°C													
	% Humedad													
2do. Volteo	Aireado													
	Armado													
	pH													
	T°C													
	%Humedad													
3er. Volteo	Aireado													
	Armado													
	pH													
	T°C													
	% Humedad													
Prueba de sobrevivencia	Fecha													
	(+ ó -)													
4to. Volteo	Aireado													
	Armado													
	pH													
	T°C													
	% Humedad													
	Fecha													
	(+ ó -)													
Fecha de Cosecha														
Total (kg)														

Fuente : Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.

Nota : Si la prueba de sobrevivencia de las lombrices es positivo se procede inmediatamente a la cosecha, caso contrario se realizará el cuarto volteo, y se esperará un lapso de 15 días aproximadamente para realizar la segunda prueba de sobrevivencia y proceder a la cosecha del compost o alimento para la lombriz.

Cuadro N° 7. Costos de instalación y mantenimiento de un centro lombricultor para producir 300 toneladas de humus de lombriz en un año

N°	Concepto	Unidad	Cant	Costo S/.		Instalación, Mantenimiento y Producción				
				Unit	Total	Años - (S/.)				
						1	2	3	4	5
I	MANO DE OBRA				50 820	10 420	10 100	10 100	10 100	10 100
	Limpieza y nivelación del terreno	Jornal	10	20	200	200				
	Diseño y trazado	Jornal	6	20	120	120				
	Armado de composteras "Techo a Dos Aguas".	Jornal	400	20	8 000	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600
	Mantenimiento de composteras	Jornal	320	20	6 400	1 280	1 280	1 280	1 280	1 280
	Armado y mantenimiento de lechos de lombriz "Techo a Dos Aguas".	Jornal	360	20	7 200	1 440	1 440	1 440	1 440	1 440
	Inoculación o siembra de lombrices	Jornal	5	20	100	20	20	20	20	20
	Instalación de trampas para cosechar lombrices	Jornal	60	20	1 200	240	240	240	240	240
	Cosecha de lombrices	Jornal	60	20	1 200	240	240	240	240	240
	Cosecha y envasado de humus de lombriz	Jornal	320	20	6 400	1 280	1 280	1 280	1 280	1 280
	Asist. Técnica (instalación, manten. y cosecha)	Servicio	5	4 000	20 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
II	INSUMOS Y MATERIALES				99 440	19 888	19 888	19 888	19 888	19 888
	Módulo de lombriz	Unidad	10	200	2 000	400	400	400	400	400
	Agua de río (para compost y camas de lombrices)	m ³	6 000	0,3	1 800	360	360	360	360	360
	Estiércol	T	6 500	20	50 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
	Rastrojos y puño	T	2 550	15	38 250	7 650	7 650	7 650	7 650	7 650
	Estacas de madera de 0,30 m	Unidad	500	0,2	100	20	20	20	20	20
	Nylon	kg	5	50	250	50	50	50	50	50
	Cañas de guayaquil de 6 m	Unidad	60	10	600	120	120	120	120	120
	Palo de 1.00 m de longitud	Unidad	200	0,2	40	8	8	8	8	8
	Mantas negras de 3 m x 15 m	Unidad	120	20	2 400	480	480	480	480	480
	Plástico negro	Fardo	10	400	4 000	800	800	800	800	800
III	EQUIPOS, ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS				14 960	11 760	800	800	800	800
	Manguera reforzada plástica de 1"	M	100	5	500	500	0	0	0	0
	1 Molino picadora de forraje	Unidad	1	4 000	4 000	4 000	0	0	0	0
	1 Motor Estacionario (5 HP)	Unidad	1	2 000	2 000	2 000	0	0	0	0
	1 Termómetro de 0 a 100°C.	Unidad	1	200	200	200	0	0	0	0
	Cajas de papel de tornasol	Cajas	2	15	30	30	0	0	0	0
	Trinche con mango	Unidad	10	15	150	150	0	0	0	0
	Carretilla Buggy semipesada con llanta dura	Unidad	5	180	900	900	0	0	0	0
	Balanza de 50 kg Mecánica con plataforma	Unidad	1	1 800	1 800	1 800	0	0	0	0
	Wincha de 50m	Unidad	2	70	140	140	0	0	0	0
	Machete cañero sin gancho	Unidad	10	15	150	150	0	0	0	0
	Serrucho	Unidad	5	20	100	100	0	0	0	0
	Malla de acero 1/16" x 2m con marco madera	Unidad	2	260	520	520	0	0	0	0
	Malla de nylon 1/16" x 2m con marco de madera	Unidad	2	25	50	50	0	0	0	0
	Rastrillo con mango 16 dientes	Unidad	10	20	200	200	0	0	0	0
	Balde plástico de 20 litros calibrado	Unidad	10	22	220	220	0	0	0	0
	Sacos blancos con logo	Unidad	4 000	1	4 000	800	800	800	800	800
IV	TRANSPORTE				3 000	600	600	600	600	600
	Flete traslado del humus al almacén	T	500	2	3 000	600	600	600	600	600
	Costo Directos s/.				168 220	42 668	31 388	31 388	31 388	31 388
V	GASTOS GEN. Y ADMINISTRATIVOS (10% cv)				16 822	4 267	3 139	3 139	3 139	3 139
VI	GASTOS FINANCIEROS				0	0	0	0	0	0
	Costos de Producción S/.				185 042	46 935	34 527	34 527	34 527	34 527
VII	DEPRECIACIÓN/AÑO				46 935	9 387	9 387	9 387	9 387	9 387
	COSTOS TOTAL DE PRODUCCIÓN (S/.)				231 977	56 322	43 914	43 914	43 914	43 914

Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.

Cuadro N° 8: Estado de ganancias y pérdidas

CONCEPTO	TOTAL	AÑOS				
		1	2	3	4	5
INGRESOS						
Total producción de humus de lombriz (t)	1500	300	300	300	300	300
Precio de venta por tonelada de humus S/.	400	400	400	400	400	400
Subtotal de Ingresos por venta de humus	600000	120000	120000	120000	120000	120000
Total producción de lombrices (Módulos)	45	9	9	9	9	9
Precio venta por módulo de lombrices en S/.	300	300	300	300	300	300
Subtotal de Ingresos por venta de lombrices	13500	2700	2700	2700	2700	2700
TOTAL INGRESOS DEL PROYECTO S/.	61 3500	122700	122700	122700	122700	122700
EGRESOS						
Mano de obra	50820	10420	10100	10100	10100	10100
Insumos y materiales	99440	19888	19888	19888	19888	19888
Equipos, accesorios y herramientas	14960	11760	800	800	800	800
Transporte	3000	600	600	600	600	600
(-) Subtotal	168220	42668	31388	31388	31388	31388
UTILIDAD BRUTA	445280	80032	91312	91312	91312	91312
(-) Gastos generales y administrativos	16822	4267	3139	3139	3139	3139
(-) Gastos financieros		0	0	0	0	0
(-) Depreciaciones	46935	9387	9387	9387	9387	9387
(-) Subtotal	63757	13654	12526	12526	12526	12526
UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTOS	381523	66378	78786	78786	78786	78786
(-) Impuestos		0	0	0	0	0
UTILIDAD NETA (S/.)	381523	66378	78786	78786	78786	78786

Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.

Cuadro N° 9. Flujo de caja

CONCEPTO	TOTAL	AÑOS				
		1	2	3	4	5
INGRESOS						
Total producción de humus de lombriz (t)	1 500	300	300	300	300	300
Precio de venta por tonelada de humus S/.	400	400	400	400	400	400
Subtotal de Ingresos por venta de humus	600 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
Total producción de lombrices (Módulos)	45	9	9	9	9	9
Precio venta por módulo de lombrices en S/.	300	300	300	300	300	300
Subtotal de Ingresos por venta de lombrices	13 500	2 700	2 700	2 700	2 700	2 700
TOTAL INGRESOS S/.	613 500	122 700				
EGRESOS						
Mano de obra	50 820	10 420	10 100	10 100	10 100	10 100
Insumos y materiales	99 440	19 888	19 888	19 888	19 888	19 888
Equipos, accesorios y herramientas	14 960	11 760	800	800	800	800
Transporte	3 000	600	600	600	600	600
Gastos generales y administrativos	16 822	4 267	3 139	3 139	3 139	3 139
Gastos financieros	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE EGRESOS S/.	185 042	46 935	34 527	34 527	34 527	34 527
INGRESOS - EGRESOS S/.	428 458	75 765	88 173	88 173	88 173	88 173
SALDO ACUMULADO S/.		75 765	163 938	252 112	340 285	428 458

Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.

Cuadro N° 10. Valor actualizado neto (V.A.N.)

Años	Costos	FD al 25%	Costos actualizados	Ingresos	FD al 25%	Ingresos actualizados
1	46 935	0,800 000	37 548	122 700	0,800 000	98 160
2	34 527	0,640 000	22 097	122 700	0,640 000	78 528
3	34 527	0,510 000	17 609	122 700	0,510 000	62 577
4	34 527	0,409 600	14 142	122 700	0,409 600	50 258
5	34 527	0,327 680	11 314	122 700	0,327 680	40 206
			102 710			329 729

V.A.N. = INGRESOS ACTUALIZADOS - COSTOS ACTUALIZADOS

V.A.N. = 329 729 - 102 710

V.A.N. = 227 020

BENEFICIO/COSTO (B/C):

B/C = V.A. INGRESOS / V.A. COSTOS

B/C = 329 729 / 102 710

B/C = 3,21

Cuadro N° 11. Valor actualizado neto (V.A.N.)

Años	Costos	FD al 10%	Costos actualizados	Ingresos	FD al 10%	Ingresos actualizados
1	46 935	0,909 091	42 668	122 700	0,909 091	111 545
2	34 527	0,826 446	28 535	122 700	0,826 446	101 405
3	34 527	0,751 315	25 941	122 700	0,751 315	92 186
4	34 527	0,683 013	23 582	122 700	0,683 013	83 806
5	34 527	0,620 921	21 438	122 700	0,620 921	76 187
			142 164			485 129

V.A.N. = INGRESOS ACTUALIZADOS - COSTOS ACTUALIZADOS

V.A.N. = 465 129 - 142 164

V.A.N. = 322 966

BENEFICIO/COSTO (B/C):

B/C = V.A. INGRESOS / V.A. COSTOS

B/C = 465 129 / 142 164

B/C = 3,27

Cuadro N° 12. Valor actualizado neto (V.A.N.)

Años	Costos	FD al 30%	Costos actualizados	Ingresos	FD al 30%	Ingresos actualizados
1	46 935	0,769 231	36 104	122 700	0,769 231	94 387
2	34 527	0,591 716	20 430	122 700	0,591 716	72 604
3	34 527	0,455 166	15 715	122 700	0,455 166	55 849
4	34 527	0,350 128	12 089	122 700	0,350 128	42 961
5	34 527	0,269 329	9 299	122 700	0,269 329	33 047
			93 637			298 844

V.A.N. = INGRESOS ACTUALIZADOS - COSTOS ACTUALIZADOS

V.A.N. = 298 844 - 93 637

V.A.N. = 205 207

BENEFICIO/COSTO (B/C):

B/C = V.A. INGRESOS / V.A. COSTOS

B/C = 298 844 / 93 637

B/C = 3,19

PUNTO DE EQUILIBRIO (P.E.): “PRODUCCIÓN DE HUMUS”

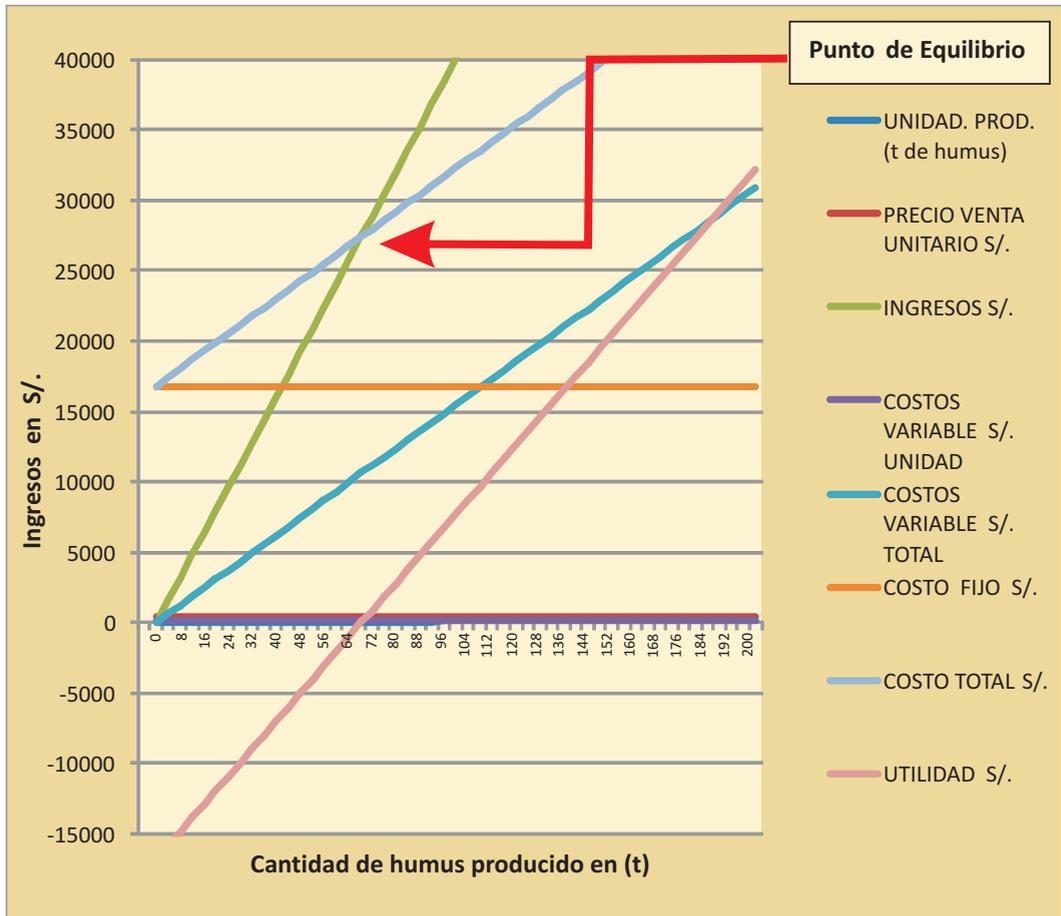
$$\text{P.E.} = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Precio de venta por unidad} - \text{Costo variable por unidad}}$$

$$\text{P.E.} = \frac{16\,822}{400 - 154,65}$$

P.E. = 68,56 toneladas de humus de lombriz.

Nota: Para este caso en particular, a partir de la producción de 68,56 toneladas de humus de lombriz, es rentable el negocio, porque genera utilidades. La producción por debajo de las 68,56 toneladas de humus de lombriz genera pérdidas para la asociación o empresa

Gráfico N° 2. Punto de equilibrio producción de humus de lombriz



Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.

Cuadro N° 13. Punto de equilibrio (P. E.) producción de humus de lombriz

Unidad Prod. (t de humus)	Precio Venta Unitario S/.	Ingresos S/.	Costos variable S/.		Costo fijo S/.	Costo Total S/.	Utilidad S/.
			Unidad	Total			
0	400	0	154,65	0	16 822	16 822	-16 822
4	400	1 600	154,65	619	16 822	17 441	-15 841
8	400	3 200	154,65	1 237	16 822	18 059	-14 859
12	400	4 800	154,65	1 856	16 822	18 678	-13 878
16	400	6 400	154,65	2 474	16 822	19 296	-12 896
20	400	8 000	154,65	3 093	16 822	19 915	-11 915
24	400	9 600	154,65	3 712	16 822	20 534	-10 934
28	400	11 200	154,65	4 330	16 822	21 152	-9 952
32	400	12 800	154,65	4 949	16 822	21 771	-8 971
36	400	14 400	154,65	5 567	16 822	22 389	-7 989
40	400	16 000	154,65	6 186	16 822	23 008	-7 008
44	400	17 600	154,65	6 805	16 822	23 627	-6 027
48	400	19 200	154,65	7 423	16 822	24 245	-5 045
52	400	20 800	154,65	8 042	16 822	24 864	-4 064
56	400	22 400	154,65	8 660	16 822	25 482	-3 082
60	400	24 000	154,65	9 279	16 822	26 101	-2 101
64	400	25 600	154,65	9 898	16 822	26 720	-1 120
68,563612	400	27 425	154,65	10 603	16 822	27 425	0
72	400	28 800	154,65	11 135	16 822	27 957	843
76	400	30 400	154,65	11 753	16 822	28 575	1 825
80	400	32 000	154,65	12 372	16 822	29 194	2 806
84	400	33 600	154,65	12 991	16 822	29 813	3 787
88	400	35 200	154,65	13 609	16 822	30 431	4 769
92	400	36 800	154,65	14 228	16 822	31 050	5 750
96	400	38 400	154,65	14 847	16 822	31 669	6 731
100	400	40 000	154,65	15 465	16 822	32 287	7 713
104	400	41 600	154,65	16 084	16 822	32 906	8 694
108	400	43 200	154,65	16 702	16 822	33 524	9 676
112	400	44 800	154,65	17 321	16 822	34 143	10 657
116	400	46 400	154,65	17 940	16 822	34 762	11 638
120	400	48 000	154,65	18 558	16 822	35 380	12 620
124	400	49 600	154,65	19 177	16 822	35 999	13 601
128	400	51 200	154,65	19 795	16 822	36 617	14 583
132	400	52 800	154,65	20 414	16 822	37 236	15 564
136	400	54 400	154,65	21 033	16 822	37 855	16 545
140	400	56 000	154,65	21 651	16 822	38 473	17 527
144	400	57 600	154,65	22 270	16 822	39 092	18 508
148	400	59 200	154,65	22 888	16 822	39 710	19 490
152	400	60 800	154,65	23 507	16 822	40 329	20 471
156	400	62 400	154,65	24 126	16 822	40 948	21 452
160	400	64 000	154,65	24 744	16 822	41 566	22 434
164	400	65 600	154,65	25 363	16 822	42 185	23 415
168	400	67 200	154,65	25 981	16 822	42 803	24 397
172	400	68 800	154,65	26 600	16 822	43 422	25 378
176	400	70 400	154,65	27 219	16 822	44 041	26 359
180	400	72 000	154,65	27 837	16 822	44 659	27 341
184	400	73 600	154,65	28 456	16 822	45 278	28 322
188	400	75 200	154,65	29 074	16 822	45 896	29 304
192	400	76 800	154,65	29 693	16 822	46 515	30 285
196	400	78 400	154,65	30 312	16 822	47 134	31 266
200	400	80 000	154,65	30 930	16 822	47 752	32 248

Fuente: Elaboración Ing. Nelson Asdrubal Ruesta Campoverde, investigador de INIA.