

# PRODUCTOS DE LA LOMBRICULTURA

## Índice del capítulo V

### Introducción

#### V.1 Humus de lombriz

- a. Características químicas
- b. Características biológicas

#### V.2 Usos del humus de lombriz

##### Fertilizante orgánico

##### Otros usos

#### V.3 Lombrices

## Introducción

Los principales productos de la lombricultura son el humus de lombriz y las propias lombrices. El humus de lombriz es el fertilizante orgánico por excelencia, es un excelente mejorador de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Su uso tiene un enorme interés en la fertilización orgánica de todos los cultivos agrícolas, especialmente hortícolas, frutales e industriales.

Tiene también otros usos más específicos, como componente de sustratos de semilleros, soporte de inoculantes, biorecuperador de suelos, etc. Las lombrices pueden ser utilizadas en la alimentación animal, e incluso humana, directamente o mediante la elaboración de la harina, la cual puede ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

### V.1 Humus de lombriz

El humus de lombriz es el producto que resulta de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufren los residuales sólidos orgánicos durante el proceso de ingestión y digestión por parte de las lombrices, así como de la flora microbiana asociada. Es un producto de color oscuro a negro, esponjoso, suave, ligero, granular, con olor generalmente a tierra húmeda o mantillo (Fig. 5.1 y 5.2).

Posee una amplia gama de macro y micronutrientes así como actividad fitohormonal, encontrándose libre de sustancias fitotóxicas. Su densidad oscila alrededor de  $0.6 \text{ g/cm}^3$ ; valores de 0.8 o superiores indican contaminación (fundamentalmente con arenas).



Fig. 5.1. Humus de lombriz tamizado Fig. 5.2. Bolsas de humus de lombriz

### a) Características químicas

El humus de lombriz es un material orgánico cuyos componentes se encuentran en formas estables y con cierto grado de humificación. La proporción en que se encuentran los nutrientes es adecuada para la mayor parte de los cultivos.

Cuando se habla del humus de lombriz se tiende a generalizar sus características, como si todos tuviesen la misma composición. Sin embargo, ésta es muy variable, dependiendo del tipo del residual utilizado como alimento para las lombrices. Otros factores que pueden influir en las características y composición del humus de lombriz están asociados al manejo del cultivo de lombrices. Así, un exceso de riego provoca pérdidas de elementos nutritivos por lavado, mientras que una cosecha de humus realizada prematuramente genera un producto con poco grado de estabilidad.

Además, cabe señalar que existe mucha variabilidad entre los métodos analíticos empleados, en relación con los resultados obtenidos. En otras palabras, el análisis de una misma muestra de humus de lombriz puede dar resultados significativamente diferentes en dependencia del método utilizado. Por tal motivo, una prioridad a resolver en un futuro cercano es la estandarización de los métodos analíticos empleados para la caracterización del humus de lombriz.

La variabilidad de la composición química del humus de lombriz se ha constatado a través de la bibliografía consultada y por la propia experiencia de los autores. Ello queda claramente reflejado en las tablas 5.1 y 5.2, que recogen rangos de concentraciones del pH y de los principales elementos nutritivos en este fertilizante orgánico.

Tabla 5.1. Valores reportados para la composición de humus de lombriz obtenidos a partir de diferentes residuales

Fuente: Bibliografía Consultada

pH	6,8-7,4
MO%	30-70
Acidos húmicos %	1,5-3
Acidos fúlvicos %	2,8-5,8
N	% 1-4
C/N	8-12
P%	0,3-2,5
K %	0,2-1,5
Ca %	1-6
Mg %	0,5-2

S %	0,5-1
Fe mg/kg	200–3 000
Mn mg/kg	100-300
Cu mg/kg	100-300
Zn mg/kg	200-500
B mg/kg	30-80

MO: materia orgánica; N: nitrógeno; P: fósforo; K: potasio; Ca: calcio; Mg: magnesio; S: azufre; Fe: hierro; Mn: manganeso; Cu: cobre; Zn: zinc y B: boro.

Tabla 5.2. Composición de humus de lombriz obtenidos a partir de diferentes residuales

Fuente: Instituto de Suelos, Cuba.

	<b>Estiércol vacuno (n= 80)</b>	<b>Estiércol porcino de lecho (n= 68)</b>	<b>Estiércol porcino (n= 68)</b>	<b>Cachaza (n=28)</b>	<b>Residuos de café (n=9)</b>	<b>Hojarasca (n=18)</b>
pH	6,5-7,1	5,6-6,1	6,2-6,6	7,0-7,4	6,1-6,5	-
CE dS/m	1,5-3,9	2,0-2,8	0,7-2,2	0,4-1,1	0,5-1,7	1,3-2,9
MO %	49-64	42-64	54-59	50-60	74-80	46-68
N %	1,6-2,7	2,1-3,0	2,2-3,1	1,1-1,9	3,4-3,7	1,8-2,4
P %	0,2-0,9	0,9-2,7	1,2-1,5	1,0-2,1	0,02-0,3	0,6-1,0
K %	0,2-0,5	0,08	0,2	0,2-0,3	0,1-0,2	0,2-0,3
Na %	0,04	0,02	0,1	0,06-0,1	0,03-0,09	0,06-0,08

(n): número de muestras; CE: conductividad, Na: sodio.

Un aspecto importante del humus de lombriz es la solubilidad en agua de sus constituyentes químicos y orgánicos, lo que garantiza un abastecimiento inmediato de elementos nutritivos a las plantas.

Esta solubilidad depende de la concentración del elemento, del tiempo de contacto, del tamaño de partícula del humus y del tipo de residual del cual el mismo proviene. Trabajos experimentales han demostrado que el tamaño de partícula más efectivo para liberar elementos nutritivos es de 2 mm. La solubilidad se encuentra relacionada con el hecho que la mayor parte de los elementos nutritivos contenidos en el humus se encuentran débilmente unidos a los ácidos orgánicos poco polimerizados.

La solubilidad de los elementos nutritivos contenidos en el humus de lombriz constituye la base del uso de este material en forma líquida en la fertirrigación de suelos o sustratos, e, incluso, en fertilización foliar. En ambos casos, hay que tener en cuenta la concentración de elementos en la solución, ya que está demostrado que, a concentraciones elevadas, puede tener un efecto inhibitorio de los cultivos. Este hecho condiciona el uso del humus de lombriz en forma líquida y obliga a seguir profundizando en el conocimiento y en los efectos que ocasiona este posible nuevo producto de la lombricultura.

Una vez que se conozca la cantidad de humus de lombriz que puede disolverse en una cantidad determinada de agua, el tiempo de contacto, la concentración de nutrientes que se obtiene, la dosis de aplicación a cultivos y las medidas que aseguren la inocuidad del producto, su uso agrícola previsiblemente se generalizará.

## **b) Características biológicas**

La característica más importante del humus es su carga biológica, caracterizada por un elevado número de microorganismos y actividad enzimática. Por tal motivo, este producto se considera un excelente material para regenerar suelos degradados.

Diferentes estudios han puesto de manifiesto que un gramo de humus de lombriz contiene alrededor de 2 billones de bacterias. Resultados obtenidos en Cuba muestran que la carga microbiana en el humus de lombriz, independientemente del residual de origen, forma y tiempo de almacenamiento alcanza por lo general rangos de  $10^7$  -  $10^8$ ,  $10^6$  -  $10^7$  y  $10^3$  -  $10^4$  ufc g<sup>-1</sup> humus para microorganismos amonificantes-amilolíticos, actinomicetos y hongos, respectivamente. Esta carga microbiana, así como la proporción que se establece entre estos grupos de microorganismos, es muy similar a la que se presenta en los suelos agrícolas. Por tal motivo, cuando se abona con este material no se produce una alteración de la microflora del suelo, sino una integración de la del humus de lombriz en el medio edáfico.

## **V.2 Uso del humus de lombriz**

En la actualidad se conoce que el humus de lombriz no es sólo un excelente fertilizante orgánico, sino que además posee una serie de propiedades que permiten su uso como sustrato para la germinación de semillas, soporte para inoculantes microbianos, material con capacidad para suprimir fitopatógenos, bioregenerador de suelos degradados e incluso biorecuperador de suelos contaminados.

### **Fertilizante orgánico**

Las formas de acción y vías por las que el humus de lombriz mejora los rendimientos de los cultivos no se conocen con exactitud. Recientes estudios referidos en la bibliografía consultada o realizados por los propios autores, han demostrado que el beneficio ocasionado por el humus de lombriz sobre los cultivos se encuentra más relacionado con las mejoras que se producen en las propiedades biológicas y bioquímicas que sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

En todo caso, la aplicación del humus de lombriz mejora la estructura del suelo ya que favorece la formación de agregados estables y aumenta:

- La eficacia de las labores del terreno evitando su erosión.
- La porosidad del suelo favoreciendo la permeabilidad del agua y aireación.
- La capacidad de retención de agua del suelo, por lo que disminuye el consumo de agua de riego.
- Los niveles de materia orgánica total y humificada del suelo, incrementando su capacidad de intercambio catiónico y suministrando a las plantas sustancias fitohormonales (auxinas, giberelinas, citoquinonas).
- La cantidad y diversidad de hongos, actinomicetos y bacterias del suelo, favoreciendo la formación de micorrizas arbusculares.
- Las actividades de diferentes enzimas del suelo que favorecerán la disponibilidad de los nutrientes asimilables para los cultivos vegetales.
- El pH de suelos ácidos, evitando la absorción de elementos contaminantes por las plantas.
- Los niveles de macronutrientes y micronutrientes de los suelos, favoreciendo su disponibilidad y asimilabilidad por las plantas.
- La resistencia de las plantas a las plagas, inhibiendo el desarrollo de bacterias y hongos fitopatógenos.

Comparativamente frente al compost maduro, el humus de lombriz presenta una mejor estructura (es más granular) y contiene sustancias con un marcado carácter fitohormonal. Asimismo, sus elementos nutritivos se presentan con un mayor grado de disponibilidad para los cultivos.

Respecto a las dosis de aplicación, lo generalmente aceptado es que ella varía dependiendo del tipo de suelo. Sin embargo, nuestra experiencia nos ha demostrado que depende más del tipo de cultivo.

Por lo general, las dosis oscilan entre 2 y 8 t/ha como cantidades extremas, aun que lo más frecuente es la aplicación conjunta de 4 t/ha de humus de lombriz y el 25 - 50 % de la fertilización mineral establecida para un cultivo determinado. En la Tabla 5.3 se presentan las mejores combinaciones de dosis de aplicación de humus de lombriz y fertilizantes minerales obtenidas para algunos suelos y cultivos en la agricultura cubana.

Tabla 5.3. Combinaciones de humus de lombriz y fertilizantes minerales recomendadas para diferentes suelos y cultivos

Fuente: Gandarilla y col. 1995.

Cultivo	Suelo	Dosis de HL y FM**
Tabaco	Acrisol	4 t/ha + 100 % N
	Cambisol	4 t/ha* + 33 % NPKMg
Papa	Nitisol	5 t/ha
	Fluvisol	4 t/ha + 40 % N- 75 % PK
	Ferralsol	3-6 t/ha + 50 % NPK
Plátano vianda	Cambisol	3-4 kg/planta + 50 % NPK (8 t/ha)
Plátano fruta	Ferralsol	6 kg/planta* +100 % NPK
Plátano burro	Fluvisol	4-5 kg/planta* + 50 % NPK
	Cambisol	4 kg/planta* +50 % NPK
Tomate	Nitisol	4 t/ha + 50% NPK
	Cambisol	4 t/ha* + 50 % NPK
Ajo	Cambisol	8 t/ha
	Fluvisol	5 t/ha + 20 % P-50% N
Cebolla	Cambisol	4 t/ha + 25 % NPK
Pimiento	Nitisol	4 t/ha + 75 % NPK
	Fluvisol	2 t/ha + 50 % NPK
Arroz	Vertisol	6 t/ha* +65 % N
	Gleysol	3 t/ha + 65 % N
Boniato	Nitisol	4 t/ha +75 % NPK
	Cambisol	6 t/ha + 25 % NPK
Pastos	Cambisol	4-8 t/ha

\*\* FM= Fertilización mineral clásica (NPK); HL=Humus de lombriz

\* Efecto residual: en plantaciones permanentes, aplicado en siembra o en los primeros 4-5 meses posteriores a ella sirve para 2-3 ciclos (plátano) o 2-3 años sucesivos (pastos). En cultivos de ciclo corto, aplicado en siembra sirve para 2 campañas sucesivas (arroz) o 3 cosechas (tabaco y tomate) además para el cultivo en sucesión.

La aplicación conjunta de pequeñas dosis de humus de lombriz y fertilizante mineral se ha mostrado más eficaz que la aplicación de dosis más elevadas de abono orgánico tradicional (no compostado: estiércol, cachaza) ya sea solo o combinado con la dosis completa del fertilizante mineral establecida para un determinado cultivo. Además, como se observa en la Tabla 5.3, la aplicación de humus de lombriz tiene un efecto residual sobre los rendimientos que no se produce cuando al suelo se le aplican exclusivamente fertilizantes minerales. Este efecto residual llega a ser de dos o tres cosechas sucesivas en cultivos de ciclo corto, pudiendo llegar hasta los tres años en plantaciones permanentes como plátano y pastos.

En la tabla 5.4 se presentan los beneficios obtenidos por la introducción del humus de lombriz en el sistema de fertilización de algunos cultivos en la agricultura cubana, comparados con la fertilización tradicional.

Tabla 5.4. Resultados de la inclusión del humus de lombriz en la fertilización de cultivos de importancia económica en Cuba.

(Adaptado de Gandarilla y col. 1995)

Cultivo	Fertilización tradicional			Fertilización con humus de lombriz		
	FM	AO	Rendimiento	FM	L H	Rendimiento (t/ ha)
Tabaco	1,1	45	2,2	0,8	4	2,6
Papa	2,2	37	22,0	1,6	4,5	26,4
Plátano	3,9	58	13,0	2,5	9,3	15,.6
Viandas	1,0	37	13,0	0,5	5,3	13,2

FM = Fertilización mineral clásica (NPK); AO= Abono orgánico tradicional (estiércol, cachaza);

HL= Humus de lombriz. Datos expresados en t/ha.

Como se aprecia, se logra una disminución de la fertilización orgánica y mineral tradicional e incremento de los rendimientos agrícolas.



## Otros usos

En los últimos años ha suscitado un gran interés, no sólo en el ámbito científico sino también aplicado, el uso del humus de lombriz para otros fines distintos a los exclusivos de fertilizante orgánico. Un breve resumen de esos nuevos usos se expone a continuación:

- El humus de lombriz constituye un excelente sustrato para la germinación de semillas ya que contiene sustancias activas (ácidos húmicos, hormonas, vitaminas, enzimas y antibióticos) que regulan el crecimiento de las plantas durante sus primeros estadios de desarrollo. Los ácidos húmicos retienen elementos nutritivos que, por intercambio y mineralización secundaria, son suministrados a las plantas. Las hormonas y vitaminas facilitan la emergencia de las semillas, el crecimiento de las plántulas y el desarrollo de brotes y posteriores botones florales. Las enzimas favorecen y estimulan la liberación lenta y gradual de nutrientes a los cultivos. Por último, los antibióticos proveen a acción inhibitoria contra los fitopatógenos presentes en el sustrato.
- Aunque es todavía muy incipiente la utilización extensiva del humus de lombriz como soporte para la aplicación de microorganismos al suelo (inoculantes microbianos), en Cuba se ha utilizado con éxito para la aplicación de fijadores de nitrógeno (*Rhizobium*) y microorganismos solubilizadores de fósforo (*Pseudomonas*). Además, el propio humus de lombriz puede considerarse un inoculante microbiano ya que aporta un enorme número de microorganismos activos, representativos de los principales grupos fisiológicos.
- El humus de lombriz contiene sustancias orgánicas estabilizadas y un gran número de microorganismos beneficiosos, de manera que, cuando se aplica directamente al suelo o se utiliza como sustrato de cultivos, tiene capacidad para suprimir o inactivar a los microorganismos con potencial patogénico. En diferentes estudios se ha observado que los mecanismos por los que se produce esta acción supresora son los siguientes:
  - a) producción de antibióticos por los microorganismos que el humus de lombriz incorpora al suelo y que inhiben el desarrollo de fitopatógenos;
  - b) competición interespecífica de los microorganismos beneficiosos y patógenos por los nutrientes; c) aumento de la predación y el parasitismo de los microorganismos;
  - d) producción de enzimas que destruyen las paredes celulares de los fitopatógenos;
  - e) cambios en las condiciones ambientales del suelo que inhiben el crecimiento de los patógenos;
  - f) inducción de la resistencia sistémica de las plantas a los fitopatógenos.

La capacidad supresora de fitopatógenos que presenta el humus de lombriz, al igual que ocurre con los compost maduros, es más acusada cuando los patógenos son hongos que ocasionan podredumbre y necrosis radicular de plantas cultivadas.

- Los compuestos orgánicos que forman el humus de lombriz poseen, como se ha expuesto anteriormente, un grado avanzado de estabilización y humificación. Por ello, pueden contribuir significativamente a mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que este producto se considera un excelente bioregenerador de suelos degradados. La característica orgánica así como microbiológica del humus de lombriz es muy similar a la que se encuentra en los suelos, por lo que su aplicación no genera cambios significativos en los procesos de mineralización e inmovilización microbiana de nutrientes.
- La materia orgánica del humus de lombriz es estable y se encuentra parcialmente humificada. Ambas características le confieren una gran capacidad de absorción, no solo de nutrientes, sino también de otros elementos o compuestos que pueden ser perjudiciales para la salud humana. Recientes estudios han demostrado que la incorporación de humus de lombriz, así como de compost maduros, tiende a absorber y posteriormente a fijar metales pesados en el suelo, evitando su translocación a las plantas y animales, o bien su lixiviación hacia los acuíferos subterráneos. Ello también se ha observado cuando se trata de compuestos orgánicos, como es el caso de los plaguicidas. El uso de humus de lombriz puede fijar estos agroquímicos en el suelo, o bien biodegradarlos, atenuando su lixiviación y evitando su entrada en las aguas subterráneas. Por tal motivo, el humus de lombriz puede ser considerado como material para ser utilizado en la biorecuperación de suelos contaminados, aunque ello todavía necesita ser confirmado mediante la realización de más estudios específicos.

### **V.3 Lombrices**

Como resultado del propio proceso productivo en el cultivo se producen periódicamente excedentes de lombrices que deben ser extraídas por los problemas que puede acarrear, sobre lo cual hemos hablado anteriormente. Estas lombrices pueden constituir una fuente adicional de ingresos para los productores ya que, vivas o transformándolas en harina, pueden ser utilizadas para la alimentación animal.

El agua es el principal componente de la lombriz (alrededor del 85-90 % de su peso total). El resto está constituido mayoritariamente por proteínas, así como por carbohidratos, grasas y elementos minerales.

El porcentaje de cada uno de ellos, sobre materia seca, es el siguiente: 70-82 % proteínas, 7-10 % grasa, 8-20 % carbohidratos y 2-3 % minerales.

La proteína de la lombriz contiene todos los aminoácidos esenciales, los cuales se encuentran bien balanceados y a niveles superiores a los registrados en la proteína de pescado y vacuna (Tabla 5.5.)

Tabla 5.5. Composición en aminoácidos de la proteína de lombriz y su comparación con otras proteínas (gramos de aminoácido por 100 g de proteínas).

Aminoácidos	Proteína de lombriz	Proteína de pescado	Proteína vacuna	Requerimientos en humanos **	Requerimientos camarón ***
Alanina	5,4	-	-	-	-
Arginina *	7,3	6,7	6,5	-	8,9
Asparagina	10,5	-	-	-	-
Cisteína	1,8	1,1	1,3	2,0	1,3
Glutamato	13,2	14,8	13,8	-	-
Glicina	4,0	7,2	-	-	-
Histidina *	3,8	2,0	2,5	-	-
Isoleucina*	5,3	3,6	6,0	4,2	4,8
Leucina *	6,2	6,4	8,4	4,3	7,9
Lisina *	7,3	6,9	10,4	4,2	8,9
Metionina*	2,0	1,5	3,0	2,2	1,3
Fenilalanina *	5,1	3,5	4,2	2,8	2,4
Prolina	5,3	-	-	-	-
Serina	5,8	-	-	-	-
Treonina *	6,0	3,3	4,6	2,8	3,0
Triptofano*	2,1	0,5	1,1	1,4	1,1
Tirosina	4,6	1,6	3,0	2,8	2,4
Valina *	4,4	4,7	5,7	4,2	5,0

\* Aminoácidos esenciales

\*\* Requerimientos mínimos exigidos por la FAO/OMS, para alimentos humanos.

\*\*\* Requerimientos para el camarón *P., Schmitti*.

Las lombrices vivas pueden utilizarse en la alimentación de peces, ranas, cerdos, aves, etc. En experiencias locales, se ha comprobado que el suplemento en la alimentación diaria de una gallina de patio con tres lombrices aumenta significativamente su producción de huevos.

Independientemente de lo anterior, se ha ido difundiendo el uso de la harina de lombriz como concentrado proteico.

Aunque no es objetivo de este manual describir en detalle el proceso de obtención de harina de lombriz, lo cual puede encontrarse en la literatura especializada, se señalan a continuación los principales pasos:

1. Cosecha de lombrices, manualmente o mediante una máquina separadora y concentradora.
2. Baño de limpieza de las lombrices, para eliminar el contenido del tracto digestivo y las partículas adheridas a sus paredes.
3. Desecado, en horno de baja temperatura (50 °C) por flujo de aire, hasta conseguir un material con una humedad del 10 –12 %.
4. Molinado, con la obtención de un polvo amarillo pálido e insípido.

La harina de lombriz, que tiene un alto valor proteico, se utiliza en el ámbito industrial en la elaboración de piensos balanceados para alimentación de vacas, cerdos, gallinas, pollos, etc.

Se ha comprobado que los piensos enriquecidos con harina de lombriz logran mejores resultados en la alimentación animal que los balanceados con otras proteínas comerciales, reduciéndose los costos de producción entre un 20 y 40 %.

Debido a la riqueza proteica de la harina de lombriz, se plantea con fuerza la posibilidad de utilizarla como alternativa viable para mejorar la alimentación en el futuro de los países en vía de desarrollo.

Puede incorporarse a cualquier alimento de manera imperceptible por su carácter insípido, por lo que no implicaría cambios en las costumbres alimenticias de la población. Pese a ello, todavía existen muy pocos preparados alimenticios que la incluyan, aunque algunos de ellos se han encontrado referenciados en países desarrollados, como Japón.

Por último cabe señalar que, además de servir de alimento, las lombrices pueden ser utilizadas en la industria farmacéutica ya que, a partir del líquido celomático, se puede extraer colágeno y otros productos base para la producción de antibióticos.